

**STUDI ANALISIS PEMIKIRAN ULUGH BEG TENTANG
ALGORITMA HISAB ARAH KIBLAT DALAM KITAB
*ZIJ AL-SULTANI***

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Tugas Dan Melengkapi Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Srata Satu (S.1)
Dalam Ilmu Syari'ah Dan Hukum**



Oleh :

Ahmad Remy

NIM : 1502046006

**PROGRAM STUDI ILMU FALAK
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG**

2019

Dr. H. Agus Nurhadi, M.A.

Jl. Wismasari V No.2 RT 001 / RW 008 Ngaliyan, Kota Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING I

Lamp : 4 (empat) eksemplar

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. Ahmad Rexy

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syariah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah selesai meneliti dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini kami kirimkan naskah skripsi saudara:

Nama : Ahmad Rexy

Nim : 1502046006

Jurusan : Ilmu Falak

Judul skripsi : *Studi Analisis Pemikiran Utugh Beg Tentang Algoritma Hisab Arah Kiblat Dalam Kitab Zij Al-Sultani*

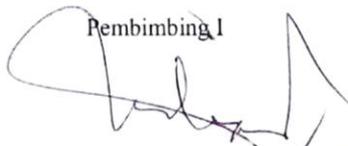
Dengan ini kami mohon kiranya skripsi mahasiswa tersebut dapat segera dimunaqosyahkan.

Demikian harap menjadikan maklum dan kami mengucapkan terimakasih,

Wassalamu'alaikumussalam Wr. Wb.

Semarang, 3 Oktober 2019

Pembimbing I



(Dr. H. Agus Nurhadi, M.A.)

NIP. 19660407 199103 1 004

Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag.

Jl. Bukit Beringin Lestari Barat Kav. C 131 RT 10/RW 14, Wonosari, Ngaliyan,
Kota Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING II

Lamp : 4 (empat) eksemplar

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. Ahmad Rexy

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syariah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah selesai meneliti dan mengadakan perbaikan seperlunya,
bersama ini kami kirimkan naskah skripsi saudara:

Nama : Ahmad Rexy

Nim : 1502046006

Jurusan : Ilmu Falak

Judul skripsi : *Studi Analisis Pemikiran Ulugh Beg Tentang Algoritma
Hisab Arah Kiblat Dalam Kitab Zij Al-Sultani*

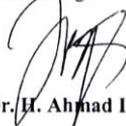
Dengan ini kami mohon kiranya skripsi mahasiswa tersebut dapat
segera dimunaqosyahkan.

Demikian harap menjadikan maklum dan kami mengucapkan
terimakasih,

Wassalamu'alaikumussalam Wr. Wb.

Semarang, 3 Oktober 2019

Pembimbing II



(Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag.)

NIP. 19720512 199903 1 003



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Telp/Fax. (024) 7601291 Semarang
50185

PENGESAHAN

Nama : Ahmad Raxy
NIM : 1502046006
Fakultas/ Jurusan : Syariah dan Hukum/ Ilmu Falak
Judul : **Studi Analisis Pemikiran Ulugh Beg Tentang Algoritma
Hisab Arah Kiblat Dalam Kitab *Zj al-Sultani***
Telah dinyatakan lulus oleh Dewan penguji Fakultas Syariah dan Hukum Universitas
Islam Negeri Walisongo Semarang, pada tanggal :

16 Oktober 2019

Dan dapat diterima sebagai kelengkapan ujian akhir dalam rangka menyelesaikan
Program Sarjana Strata 1 (S.1) tahun akademik 2019/2020 guna memperoleh gelar
Sarjana dalam Ilmu Syariah dan Hukum.

Semarang, 16 Oktober 2019

Dewan Penguji,
Ketua Sidang,

Rustam Dahar Apolo Harahap, M.Ag.
NIP. 19690723 199803 1 005

Sekretaris Sidang,

Dr. H. Agus Nurhadi, M.A.
NIP. 19660407 199103 1 004

Penguji Utama I,

Supangat, M.Ag
NIP. 19710402 200501 1 004

Penguji Utama II,

Muhammad Harun, S.Ag., M.H.
NIP. 19750816 200801 1 007

Pembimbing I,

Dr. H. Agus Nurhadi, M.A.
NIP. 19660407 199103 1 004

Pembimbing II,

Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag
NIP. 19720512 199903 1 003

MOTTO

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ

الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۖ وَإِنَّهُ لَلْحَقُّ مِنْ رَبِّكَ ۗ وَمَا اللَّهُ

بِغَافِلٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ ۙ^{١٤٩}

“Dan dari mana saja kamu ke luar, maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram; sesungguhnya ketentuan itu benar-benar sesuatu yang hak dari Tuhanmu. Dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang kamu kerjakan.”

(QS. Al-Baqarah : 149)¹

¹ Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahanny Al-Jumanatul 'Ali (Seuntai Mutiara yang Maha Luhur)*, (Bandung: J-ART, 2005), 23.

PERSEMBAHAN

Dengan kerendahan hati, skripsi ini penulis
persembahkan untuk:

Ayah & Ibu tercinta

Ayah Sumri dan Ibu Nurhasanah

Skripsi ini penulis maksudkan sebagai penghormatan atas berjuta-juta jasa yang senantiasa kedua orang tua penulis berikan, segala cinta dan kasih yang selalu mereka curahkan, do'a yang selalu dihaturkan, motivasi, dan nasihat, serta dukungan baik berupa moril maupun materil yang selalu diberikan kepada penulis. Walaupun penulis tahu, skripsi ini tidak berarti apa-apa dibandingkan apa yang telah mereka berikan kepada penulis. Semoga Allah swt. senantiasa memberikan keberkahan hidup, kesehatan, dan perlindungan di sepanjang umur mereka, serta memasukkan mereka ke dalam golongan orang-orang yang salih.

*Abangku Muhammad Sunanta dan Adikku Tri
Al-faini*

Terimakasih atas segala dukungan do'a yang Abang dan adikku berikan. Semoga kelak ia dapat menjadi orang yang salih, sukses, bermanfaat, dan dapat membanggakan orang tua.

Guru-guru penulis yang tak terhitung jumlahnya yang telah mencurahkan segala tenaga dan pikirannya untuk mendidik agar kelak penulis dapat menjadi orang yang berilmu dan bermanfaat bagi masyarakat luas. Semoga ilmu yang mereka berikan dapat bermanfaat dan menjadi tabungan amal mereka kelak.

Keluarga besar penulis yang juga telah memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis. Semoga keberkahan selalu mengiringi langkah mereka.

Khazanah keilmuan falak, khususnya di Provinsi Jambi. Semoga skripsi ini dapat memberikan sedikit sumbangsih untuk perkembangan ilmu falak.

DEKLARASI

Dengan penuh kejujuran dan tanggungjawab, penulis menyatakan bahwa skripsi ini tidak berisi materi yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain. Demikian juga skripsi ini tidak berisi satupun pikiran-pikiran orang lain, kecuali informasi yang terdapat dalam referensi yang dijadikan bahan rujukan oleh penulis.

Semarang, 2 Oktober 2019

Deklarator



Ahmad Raxy

1502046006

PEDOMAN TRANSLITERASI

Pedoman transliterasi Arab-Latin yang digunakan merupakan hasil Surat Keputusan Bersama (SKB) Menteri Agama No. 158 Tahun 1987 dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R. I. No. 0543b/U/1987.

A. Konsonan

Daftar huruf bahasa Arab dan transliterasinya ke dalam huruf Latin dapat dilihat dalam tabel berikut:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	<i>Alif</i>	Tidak dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	<i>Ba</i>	B	Be
ت	<i>Ta</i>	T	Te
ث	<i>Sa</i>	Š	Es (dengan titik di atas)

ج	<i>Jim</i>	J	Je
ح	<i>Ha</i>	Ḥ	Ha (dengan titik di bawah)
خ	<i>Kha</i>	Kh	Ka dan ha
د	<i>Da</i>	D	De
ذ	<i>Za</i>	Ẓ	Zet (dengan titik di atas)
ر	<i>Ra</i>	R	Er
ز	<i>Zai</i>	Z	Zet
س	<i>Sin</i>	S	Es
ش	<i>Syin</i>	Sy	Es dan ye
ص	<i>Sad</i>	Ṣ	Es (dengan titik di bawah)
ض	<i>Dad</i>	Ḍ	De (dengan titik di bawah)

٤	<i>Ta</i>	Ṭ	Te (dengan titik di bawah)
ذ	<i>Za</i>	Ẓ	Zet (dengan titik di bawah)
ع	<i>'Ain</i>	' _	Apostrof terbalik
غ	<i>Gain</i>	G	Ge
ف	<i>Fa</i>	F	Ef
ق	<i>Qaf</i>	Q	Qi
ك	<i>Kaf</i>	K	Ka
ل	<i>Lam</i>	L	El
م	<i>Mim</i>	M	Em
ن	<i>Nun</i>	N	En
و	<i>Wau</i>	W	We

هـ	<i>Ha</i>	H	Ha
ء	<i>Hamzah</i>	—'	Apostrof
ي	<i>Ya</i>	Y	Ye

Hamzah (ء) yang terletak di awal kata mengikuti vokalnya tanpa diberi tanda apapun. Jika ia terletak di tengah atau di akhir, maka ditulis dengan tanda (').

B. Vokal

Vokal bahasa Arab, seperti vokal dalam bahasa Indonesia, terdiri atas vokal tunggal dan vokal rangkap.

Vokal tunggal bahasa Arab yang lambangnya berupa tanda harakat, transliterasinya sebagai berikut:

Tanda	Nama	Huruf Latin	Nama
◌َ	<i>Faṭḥah</i>	A	A
◌ِ	<i>Kasrah</i>	I	I
◌ُ	<i>Ḍammah</i>	U	U

Vokal rangkap bahasa Arab yang lambangnya berupa gabungan antara harakat dan huruf, transliterasinya berupa gabungan huruf, yaitu:

Tanda	Nama	Huruf Latif	Nama
ئِي	<i>Faṭḥah</i> dan <i>ya</i>	Ai	A dan I
ئُو	<i>Faṭḥah</i> dan <i>wau</i>	Au	A dan U

C. Maddah

Maddah atau vokal panjang yang lambangnya berupa harakat dan huruf, transliterasinya berupa huruf dan tanda, yaitu:

Harakat dan Huruf	Nama	Huruf dan Tanda	Nama
ا ... َ	<i>Faṭḥah</i> dan <i>alif</i>	Ā	A dan garis di atas
ي ... ِ	<i>Kasrah</i> dan <i>ya</i>	Ī	I dan garis di atas
و ... ُ	<i>Ḍammah</i> dan <i>wau</i>	Ū	U dan garis di atas

D. Ta Marbūṭah

Transliterasi untuk *ta marbūṭah* ada dua, yaitu: *ta marbūṭah* yang hidup atau memiliki harakat *faṭḥah*, *kasrah*, atau *ḍammah* menggunakan transliterasi [t], sedangkan *ta marbūṭah* yang mati atau berharakat *sukun* menggunakan transliterasi [h].

E. Syaddah

Syaddah atau *tasydīd* yang dalam penulisan Arab dilambangkan dengan tanda *tasydīd* (ّ), dalam transliterasi ini dilambangkan dengan pengulangan huruf (konsonan ganda) yang diberi tanda *tasydīd*.

Jika huruf *ya* (ﻯ) ber-*tasydīd* di akhir sebuah kata dan didahului harakat *kasrah* (◌ِ), maka ia ditransliterasi seperti huruf *maddah* (ī).

F. Kata Sandang

Kata sandang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan huruf *alif lam ma'arifah* (ال). Dalam pedoman transliterasi ini, kata sandang ditransliterasi seperti biasa [al-], baik ketika diikuti oleh huruf syamsiah maupun huruf qamariah. Kata sandang ditulis terpisah dari kata yang mengikutinya dan dihubungkan dengan garis mendatar (-).

G. *Hamzah*

Aturan transliterasi huruf *hamzah* menjadi apostrof (') hanya berlaku bagi *hamzah* yang terletak di tengah dan akhir kata. Namun, bila *hamzah* terletak di awal kata, maka ia tidak dilambangkan, karena dalam tulisan Arab ia berupa *alif*.

H. Penulisan Kata Arab yang Lazim digunakan dalam Bahasa Indonesia

Kata, istilah, atau kalimat Arab yang ditransliterasi merupakan kata, istilah, atau kalimat yang belum dibakukan dalam bahasa Indonesia. Kata, istilah, atau kalimat yang sudah lazim dan menjadi bagian dari pembendaharaan bahasa Indonesia atau sudah sering ditulis dalam bahasa Indonesia tidak lagi ditulis menurut cara transliterasi ini. Namun, apabila kata, istilah, atau kalimat tersebut menjadi bagian dari satu rangkaian teks Arab, maka harus ditransliterasi secara utuh.

I. Lafz al-Jalālah (الله)

Kata “Allah” yang didahului parikel seperti huruf *jarr* atau huruf lainnya atau berkedudukan sebagai *muḍāf ilaih* (frasa nominal), ditransliterasi tanpa huruf *hamzah*. Adapun *ta marbūṭah* di akhir kata yang disandarkan pada *lafz al-jalālah* ditransliterasi dengan huruf [t].

J. Huruf Kapital

Walau sistem tulisan Arab tidak mengenal huruf kapital, dalam transliterasinya huruf-huruf tersebut dikenai ketentuan tentang penggunaan huruf kapital berdasarkan pedoman ejaan bahasa Indonesia yang berlaku (EYD). Huruf kapital digunakan untuk menuliskan huruf awal nama, dan huruf pertama pada permulaan kalimat. Apabila kata nama tersebut diawali oleh kata sandang (al-), maka yang ditulis kapital adalah huruf awal nama tersebut, kata sandang ditulis kapital (Al-) apabila berada di awal kalimat.

ABSTRAK

Rumus Arah kiblat yang terdapat di dalam buku-buku Falak seperti: Ilmu Falak Praktis, Arah Kiblat Setiap Saat, Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik, yang inti rumusnya yaitu : **Cotan Q = Tan Lintang Makkah x Cos Lintang Tempat : Sin SBMD (Selisih Bujur Makkah Daerah) – Sin Lintang Tempat : Tan SBMD (Selisih Bujur Makkah Daerah)**. Rumus tersebut tidak bisa digunakan ketika SBMD 90° karena pada rumus tersebut terdapat Tan yang bilamana Tan 90° itu hasilnya tidak terhingga (∞), sehingga tidak bisa dihitung dengan kalkulator. Sedangkan SBMD 90° bukan merupakan tempat yang terpencil melainkan banyak penduduknya, seperti di daerah Maluku yang memiliki nilai Bujur Tempat sekitar 129° . Persoalan tersebut ternyata sudah dijawab oleh seorang ahli Astronomi terkemuka yaitu Ulugh Beg. Untuk memecahkan masalah tersebut dibutuhkan rumus baru ketika SBMD nya 90° yaitu : **Sin a = Sin Lintang Makkah x Sin Lintang Tempat. Sin a q = Cos Lintang Makkah : Cos a**. Inilah mengapa Ulugh Beg mempunyai lima keadaan tergantung pada Lintang dan Bujur Tempat yang akan di ukur arah kiblatnya. Oleh karena itu, kemudian muncul dua permasalahan untuk diteliti, yaitu: 1) metode trigonometri bola yang digunakan Ulugh Beg tentang hisab arah kiblat dalam kitab *Zij al-Sultani*, dan; 2) penerapan trigonometri bola tentang hisab arah kiblat dalam kitab *Zij al-Sultani*.

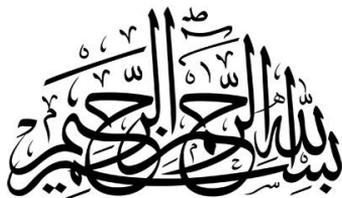
Penelitian ini merupakan penelitian kepustakaan (*library research*) dengan pendekatan kualitatif. Data primernya bersumber dari kitab *Zij al-Sultani* karya Ulugh Beg. Sedangkan data sekunder dalam penelitian ini penulis mengambil data-data berupa dokumentasi yaitu tulisan-tulisan atau buku-buku, jurnal yang membahas terkait arah kiblat, sejarah dan biografi Ulugh Beg, sumber dari arsip, kamus, ensiklopedi sebagai data tambahan dan pelengkap. Dalam menganalisis data penulis

menggunakan metode *deskriptif analitik*, menganalisis terhadap trigonometri bola tentang penentuan arah kiblat Ulugh beg dalam kitab *Zij al-Sultani*.

Dari penelitian ini, kemudian dihasilkan dua temuan, yaitu: 1) hisab penentuan arah kiblat Ulugh Beg dalam kitab *Zij al-Sultani* menggunakan rumus trigonometri bola dalam metode perhitungannya, dalam penentuan arah kiblat Ulugh Beg memiliki lima keadaan tergantung pada Lintang dan Bujur tempat yang ingin diukur arah kiblatnya; 2) dalam penerapannya, rumus arah kiblat yang beredar dibuku-buku falak sekarang ini tidak dapat digunakan untuk menghitung atau mencari arah kiblat yang nilai SBMD nya 90° . Akan tetapi, Ulugh Beg menemukan cara penyelesaian masalah tersebut, yaitu apabila SBMD nya 90° pada Lintang 0° maka arah kiblatnya sebesar **tamam ($90^\circ - \text{Lintang Makkah}$)**, dihitung dari titik Utara. Dan pada Lintang selain 0° maka menggunakan rumus sebagai berikut : **$\sin a = \sin LM \times \sin LT$** . Kemudian mencari arah kiblatnya dengan rumus : **$\sin Aq = \cos LM : \cos a$** . contohnya di Pulau Seram Maluku, yang Lintangnya $-3^\circ 8'$ dan Bujur Tempatnya $129^\circ 49' 34.56''$. Dengan rumus diatas dihasilkan arah kiblat sebesar **$68^\circ 36' 19.7''$ (U-B)**.

Kata Kunci : Ulugh Beg, *Zij al-Sultani*, Trigonometri Bola, Arah Kiblat.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah robbil ‘alamin, segala puji bagi Allah Tuhan semesta alam karena rahmat serta karunia-Nya penulisan skripsi yang berjudul **“Studi Analisis Pemikiran Ulugh Beg Tentang Algoritma Hisab Arah Kiblat dalam Kitab *Zij al-Sultani*”** dapat terselesaikan. Shalawat dan salam semoga selalu terlimpahkan dan senantiasa penulis sanjungkan kepada junjungan kita Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat-sahabat, dan para pengikutnya sebagai suri teladan yang telah membawa dan mengembangkan Islam hingga seperti sekarang ini.

Dengan segala daya dan upaya serta bantuan, bimbingan, arahan dan hasil diskusi dari berbagai pihak dalam proses penulisan skripsi ini, maka dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada batas kepada:

1. Kedua orang tua dan segenap keluarga penulis, atas segala doa, perhatian, dukungan, dan curahan kasih sayangnya yang sangat besar sekali, sehingga penulis mempunyai semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dr. H. Agus Nurhadi, M.A. selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa membantu, meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing, mengoreksi dan mengarahkan penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Semoga rahmat dan keberkahan selalu mengiringi langkah beliau.
3. Bapak Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag. selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa membantu, meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing, mengoreksi dan mengarahkan penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Semoga rahmat dan keberkahan selalu mengiringi langkah beliau.

4. Dr. H. Mohammad Arja Imroni, M.Ag. Selaku Dekan Fakultas Syari'ah dan Ekonomi Islam IAIN Walisongo Semarang yang telah merestui pembahasan skripsi ini dan memberikan fasilitas belajar dari awal hingga akhir.
5. Bapak Moh. Khasan, M.A. dan Bapak Ahmad Munif, M.S.I. Selaku Kajur dan Sekjur Ilmu Falak yang baru. Dan Bapak Dr. H. Maksun, M.Ag. dan Ibu Dra. Hj. Noor Rosyidah, M.S.I. selaku Kajur dan Sekjur Ilmu Falak pada masanya yang telah mengontrol dan mengurus kebutuhan mahasiswa di tingkat jurusan, sehingga banyak membantu penulis dalam hal penyelesaian skripsi ini.
6. Segenap Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang dan terkhusus Bapak Ahmad Syifa'ul Anam, S.H.I., M.H. selaku dosen wali, yang telah memberikan berbagai ilmu, pengetahuan serta keteladanan, dan telah dengan sabar dan ikhlas membimbing penulis selama menempuh masa perkuliahan di UIN Walisongo.
7. Senior Penulis yang senantiasa selalu mau berbagi ilmunya dan membantu penulis dalam mendiskusikan permasalahan penelitian tersebut. Terutama terimakasih banyak kepada Mas Syauqi Nahwandi, M. Faishal Amin, Unggul Surya

Ardi, Badrul Munir, yang sudah penulis anggap seperti kakak penulis, yang selalu bersedia berbagi pengalaman, ilmu, memberikan dorongan, inspirasi, serta yang selalu menemani ketika masa-masa awal penulis menginjakkan kaki di tanah rantau ini.

8. Bapak Nur Hidayatullah, S.H.I., M.S.I. yang sudah membantu penulis dalam memahami bacaan dan tulisan dalam kitab *Zij al-Sultani*, terimakasih banyak atas segala bimbingannya sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian ini.
9. Bapak Satriyan Abdur Rahman M.H, sebagai Ketua takmir Masjid Jami' Baiturrahim, Perum. Pondok Beringin, yang telah mengizinkan penulis tinggal selama 3 tahun lebih di masjid, dan kepada teman-teman takmir masjid, Mas Syamsul Huda, Mas Imam Syafi'i, Mas Guntur Saputro, dan teman seperjuangan Ahmad Syaifuddin. Terimakasih banyak sudah mengajarkan penulis arti mengabdikan yang sesungguhnya.
10. Pengasuh Pondok Pesantren Kanjeng Sepuh Jambi, yang mana telah mendidik penulis dan mengenalkan dunia Pesantren selama Sekolah menengah Pertama (SMP), semoga selalu diberi kesehatan dan keberkahan.

11. Pengasuh Pondok Pesantren Qomaruddin Bungah, Gresik, beserta Guru-guru SMA As-sa'adah yang telah mendidik dan memberikan ilmunya tanpa henti kepada penulis selama hidup di Jawa Timur dalam menumpuh Sekolah Menengah Atas (SMA). Semoga selalu diberi kesehatan dan keberkahan.
12. Seluruh keluarga Ilmu Falak EXPLODE 2015, terkhusus kepada keluarga kelas Ilmu Falak B 2015. Sahabat Moch. Arrman Rachman teman nongkrong dan ngopi yang senantiasa membantu penulis dan memberi *support* dalam menyelesaikan skripsi ini semoga kita bisa lulus bersama. Dan teman-teman lainnya yang tidak bisa disebut. Terimakasih atas kebersamaan, pengalaman, ilmu, doa, serta dorongan untuk berlomba-lomba agar segera lulus selama 4 tahun lebih ini.
13. Saudara-saudari KKN Reguler Tematik Ke-71 UIN Walisongo Semarang Posko 92 Desa Bandungrejo, Kecamatan Karanganyar, Demak: Miftahus Salam (Pati), M. Afrizal Yusuf (Jepara), Tsurraya Rachmania (Rembang), Zaimatun Nikmah (Kudus), Mis Komariah (Bangka), Fatimatuz Zahroh'ul Batul (Kudus), Annisa Umi Lathifah (Klaten), Naela Azizah (Pemalang), Annisa Tin

Khoiriyah (Grobogan), Chusnul Nur Alfiyanti (Blora), Dwi Ratna Febriani (Banjarnegara), Naim Muslimah (Blora), semoga keluarga kecil ini selama 45 hari menjadi kenangan yang tak terlupakan.

14. Sahabat-sahabati PMII Rayon Syariah, Khususnya Angkatan Crazy 2015. Terimakasih banyak sudah mengajarkan saya arti sebuah organisasi, semoga kita bisa berbarengan menuju wisudah dan memakai toga bersama.
15. Unit Kegiatan Mahasiswa khususnya UKM MUSIK, UKM BINORA, UKM JQH, terimakasih kepada teman-teman semua yang mana disini Penulis bisa mengembangkan hobi dan minat bakat Penulis di UKM ini, semoga UKM semuanya semakin sukses dan terus mengeluarkan karya-karya yang baru.
16. Keluarga se-Daerah, IMJ (Ikatan Mahasiswa Jambi) yang ada di UIN Walisongo Semarang, kalian sudah seperti keluarga Penulis di Semarang, dimana saat lagi susah dan banyak masalah kalian bisa menenangkan Penulis dan Penulis anggap seperti keluarga sendiri. Semoga IMJ semakin dikenal, berkembang, maju, dan semakin banyak anggotanya.

17. Sahabat se-Verifikasi yang sudah menemani penulis mulai dari awal masuk pendaftaran ulang di UIN Walisongo Semarang, hingga sampai saat ini, Lina Atikah (Bogor), alhamdulillah mereka sudah lulus duluan, Alfariesta Putri A. (Pasuruan), dua cewek yang tegar dan kuat dalam mendengarkan keluh kesah penulis, dan Arif Burhanuddin (Bojonegoro). Semangat berjuang bersama kita agar bisa memakai toga bersama di prosesi Wisuda.
18. Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu secara langsung maupun tidak langsung yang selalu memberikan bantuan, dukungan, dan doa kepada penulis selama menjalankan studi di UIN Walisongo Semarang ini.

Penulis berdoa semoga semua amal dan kebaikan jasa-jasa dari semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini diterima Allah SWT, serta mendapatkan balasan yang lebih baik lagi. Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna yang disebabkan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu penulis mengharap saran dan kritik dari pembaca demi sempurnanya skripsi ini.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat nyata bagi penulis khususnya dan para pembaca umumnya.

Semarang, 4 Oktober 2019

Penulis,

Ahmad Raxy

DAFTAR ISI

COVER.....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING I.....	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING II.....	iii
PENGESAHAN	iv
M O T T O.....	v
PERSEMBAHAN.....	vi
DEKLARASI	vii
PEDOMAN TRANSLITERASI.....	ix
ABSTRAK.....	xviii
KATA PENGANTAR.....	xx
DAFTAR ISI.....	xxviii
DAFTAR GAMBAR	xxxii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6

C. Tujuan dan Signifikansi Penelitian	6
D. Telaah Pustaka.....	7
E. Metode Penelitian.....	10
1. Jenis Penelitian	10
2. Sumber Data.....	11
3. Teknik Pengumpulan Data	11
4. Teknik Analisis Data.....	12
F. Sistematika Penulisan.....	12

BAB II TINJAUAN UMUM TENTANG ARAH

KIBLAT	15
A. Pengertian Arah Kiblat.....	15
B. Dasar Hukum Penentuan Arah Kiblat.....	17
1. Dalil Al-Qur'an	17
2. Dalil Hadits	19
C. Pendapat Ulama Mengenai Arah Kiblat.....	22
D. Metode Penentuan Arah Kiblat	27

E. Cara Memahami Trigonometri bola dalam Penentuan Arah Kiblat	36
---	----

BAB III ULUGH BEG DAN PEMIKIRANNYA

TENTANG ALGORITMA HISAB ARAH

KIBLAT DALAM KITAB *ZIJ AL-SULTANI* 45

A. Biografi Intelektual Ulugh Beg	45
B. Gambaran Umum Tentang Kitab <i>Zij al-Sultani</i> ...	60
C. Konsep Pemikiran Ulugh Beg Tentang Hisab Arah Kiblat dalam Kitab <i>Zij al-Sultani</i>	68

BAB IV ANALISIS PEMIKIRAN ULUGH BEG

TENTANG ALGORITMA HISAB ARAH

KIBLAT DALAM KITAB *ZIJ AL-SULTANI* 77

A. Analisis Metode Trigonometri Bola Ulugh Beg tentang Hisab Arah Kiblat dalam Kitab <i>Zij al-</i> <i>Sultani</i>	77
B. Penerapan Trigonometri Bola Ulugh Beg tentang Hisab Arah Kiblat dalam Kitab <i>Zij al-Sultani</i>	80

BAB V	PENUTUP.....	94
	A. Kesimpulan.....	94
	B. Saran-saran	96
	C. Penutup.....	97

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Tampilan aplikasi android kalkulator powerCalc.....	4
Gambar II.1 Rashdul Kiblat Tahunan	30
Gambar II.2.: Segitiga siku-siku	38
Gambar II.3: Segitiga bola	41
Gambar II.4 : Prinsip perhitungan sudut diatas segitiga bola	43
Gambar III.1.: Halaman depan Kitab Zij al-Sultani.....	64
Gambar III.2. : kitab Zij al-Sultani Bab 18	69
Gambar III.3 : kitab Zij al-Sultani Bab 19.	73
Gambar IV.1 : Ilustrasi trigonometri bola.....	77
Gambar IV.2: Kakbah sebagai titik pusat Bumi.....	85
Gambar IV.3 : Kordinat kota Mombosa, Kenya.	87
Gambar IV.4 : Koordinat kota Entebbe, Uganda	89

Gambar IV.5 : Posisi koordinat LT 0° BB.....	90
Gambar IV.6: Koordinat Pulau Seram	90
Gambar IV.7 : koordinat SMBD 180° Lintang Utara	92
Gambar IV.8 : koordinat SMBD 180° Lintang Selatan .	93

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Zij al-Sultani, dalam bahasa Persia¹ : زیج سلطانی adalah tabel astronomi *Zij*² dan katalog bintang yang di terbitkan oleh Ulugh Beg³ pada tahun 1437 M. Ini merupakan produk gabungan dari karya sekelompok astronom muslim yang bekerja dibawah perlindungan *Ulugh Beg at Observatorium Samarkand*. Yang termasuk di dalamnya yaitu Astronom Jamshid Al-kashi dan Ali Qushji.

Zij ini sering digunakan sebagai rujukan kitab-kitab Falak pada masanya hingga saat ini pun masih digunakan juga⁴, akan tetapi pada kitab-kitab falak hanya memakai *Zij* yang berfungsi untuk menghitung atau hisab awal bulan komariah dan hisab Gerhana saja, sedangkan *Zij* ini sebenarnya bisa juga digunakan untuk menghitung arah kiblat. Akan tetapi algoritma ini tidak pernah dirujuk oleh kitab-kitab Falak dalam prakteknya pun belum ditemukan perhitungan yang menggunakan algoritma dalam kitab *Zij al-Sultani* ini.

¹ https://en.m.wikipedia.org/wiki/zij-i_sultani, diakses pada hari Kamis, tanggal 17 Oktober 2019, Pukul : 10:50 WIB.

² *Zij* adalah table data astronomi benda-benda langit, disebut pula degan table Ephemeris, Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), 92.

³ Nama lengkapnya adalah Muhammad Taragai Ulugh beg bin Shahrukh, di Barat dikenal dengan nama Tamerlane. Lahir di Soltamia pada 1394 M/ 797 H dan meninggal dunia pada 27 oktober 1449 M/ 853 H di Samarkand Uzbekistan. Dia merupakan seorang Turki yang menjadi Matematikawan dan ahli Falak, dikenal sebagai pendiri Observatorium, pendukung pengembangan astronomi. Ulugh Beg (raja besar) dikenal sebagai penguasa di Transoxiana Samarkand menggantikan ayahnya Shahrukh, sebagai direktur observatorium Samarkand pada 1447 M/ 851 H. Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyah*, Cet II, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008), 223.

⁴ Ahdina Constantinia, "Posisi Al-mathla' Al-sa'id Fii Hisabat Al-Kawakib 'Ala Rashd Al-jadid dalam Pusaran Ilmu Falak Nusaantara, *Ulul Albab: Jurnal Sstudi dan Penelitian Hukum Islam*, Vol.2, No.2, April 2019, 43-57.

Ulugh Beg juga merupakan salah seorang pakar sains Islam yang hidup antara tahun 1394 – 1449 M. Ulugh Beg lahir di Sultaniyya (di Iran modern) pada tanggal 22 Maret 1394 M. Nama sebenarnya ialah Mohammad Taragay Ibn Shah Rukh. Ulugh Beg ialah cucu Timur (yang dikenali di Barat sebagai Tamerlane), seorang putera Tartar dan pemerintah Turkestan. Beliau merupakan ahli astronomi dan ahli matematik kurun ke-15 yang luar biasa. Beliau juga seorang hafiz al-Quran.⁵

Memang benar algoritma hisab arah kiblat yang digunakan dalam kitab-kitab Falak sekarang ini sudah maju dan berkembang mulai dari yang metode nya bisa dibilang sudah berlaku secara universal, seperti dalam rumus arah kiblat dalam bukunya Ahmad Izzuddin yaitu, **Cotan Q⁶ = Tan LM x Cos LT : Sin SBMD – Sin LT : Tan SBMD.**⁷ Kita lihat dari rumus tersebut disini ada Tan, kita harus berhati-hati ketika nilai Tan nya yaitu 90⁰ karena Tan 90⁰ itu hasilnya tak terhingga (~), apabila dilihat pada rumus kiblat biasanya atau yang tertera diatas yaitu terdapat pada nilai SBMD nya yang mana apabila dihitung hasilnya di beberapa alat/kalkulator itu hasilnya error, sehingga tidak bisa digunakan rumus tersebut, sedangkan SBMD yang nilai nya 90⁰ itu bukan merupakan tempat yang terpencil tapi itu berada di wilayah yang padat penduduknya seperti contoh di daerah Maluku yang memiliki nilai bujur sekitar 129⁰.

⁵ <https://physicstoday.scitation.org/doi/full/10.1063/1.1445552>, di akses pada hari Sabtu, 24 Agustus 2019, Pukul : 21.00 WIB.

⁶ Keterangan : Q = Kiblat, LM = Lintang Makkah, LT = Lintang Tempat, SBMD = Selisish Bujur Makkah Daerah.

⁷ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab-Rukyah Praktis dan Solusi Permasalahannya)*, (Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012), 56.

Untuk lebih jelasnya beberapa negara dan ada juga di daerah Indonesia yang titik koordinat bujurnya 129⁰, yaitu sebagai berikut :

1. Negara Rusia : Republik Sakha, kepulauan Lena Delta dan daratan Amur Oblast.
2. Republik Rakyat China : Heilongjiang Jilin
3. Korea Utara
4. Korea Selatan : melewati Barat Busan
5. Laut China Timur : Selat Korea, melewati barat pulau Thushima, Prefektur Nagasaki, dan Jepang
6. Jepang : Prefektur Nagasaki, pulau Nakadorijima, Wakamatsujima dan Kabajima, serta Pulau Goto
7. Samudra Pasifik : melewati timur pulau Halmahera Indonesia.
8. Indonesia : Pulau Seram terdapat di Provinsi Maluku
9. Indonesia : Pulau Sermata terdapat di Kabupaten Maluku Barat
10. Autralia : Autralia Barat/perbatasan wilayah Utara, Perbatasan Wilayah Australia Utara
11. Samudra Hindia : dianggap sebagai bagian dari Laut Selatan oleh pihak Australia yang berwenang
12. Antartika : Wilayah Antartika Australia.⁸

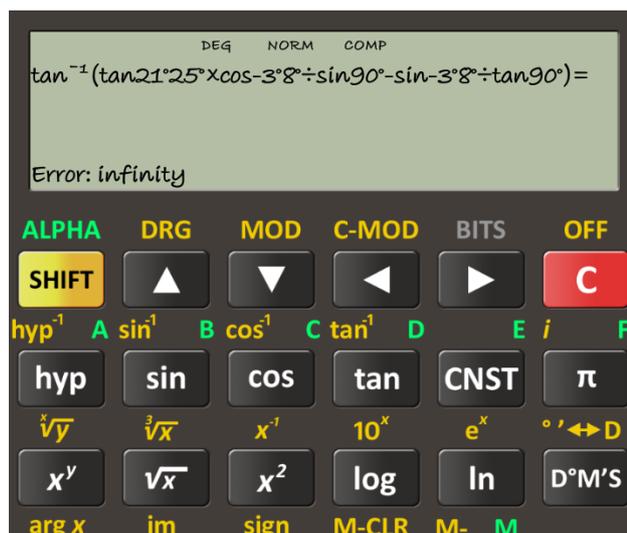
⁸ John Porter, "Longitude 129 degrees east, and why it is not the longest, straight line in the world", 32nd Australian Surveyors Congress Technical Papers 31 March - 6 April 1990. Canberra: The Institution: Eyepiece - Official Organ of The Institution of Surveyors, Australia, W.A. Division, 18-24.

Apabila dilihat dari kasus diatas maka apabila menggunakan rumus arah kiblat yang universal biasanya digunakan itu tidak akan diperoleh hasilnya, karena $\tan 90^\circ$ itu adalah hasilnya tidak terhingga (∞), bahkan ada alat/kalkulator yang digunakan untuk menghitung data yang nilainya $\tan 90^\circ$ itu tidak diperoleh hasilnya atau *math error*.

Seperti contoh perhitungan menggunakan aplikasi kalkulator PowerCalc pada Handphone Android diperoleh hasil error : *infinty* atau tidak terhingga. Karena $\tan 90^\circ$ adalah tidak terhingga (∞), dengan menggunakan data koordinat lintang dan bujur tempat di daerah Indonesia tepatnya di Pulau Seram dengan Lintang : $-3^\circ 8'$ LS dan Bujur : $129^\circ 30'$ BT. Dengan menggunakan Rumus Arah Kiblat sebagai berikut :

$$\text{Cotan } Q = \text{Tan } LM \times \text{Cos } LT : \text{Sin } SBMD - \text{Sin } LT : \text{Tan } SBMD.$$

$$\text{Cotan } Q = \text{Tan } 21^\circ 25' \times \text{Cos } -3^\circ 8' : \text{Sin } 90^\circ - \text{Sin } -3^\circ 8' : \text{Tan } 90^\circ = \text{Error: infinity.}$$



Gambar I.1. Tampilan aplikasi android kalkulator powerCalc

Ada juga kalkulator lain yang hasilnya juga tidak bisa ditemukan yaitu aplikasi kalkulator *HiPER Scientific Calculator*, yang mana apabila dimasukan data-data diatas maka hasil yang diperoleh tidak bisa terlihat atau error : *Parameters out of range*. Selain itu ada juga kalkulator yang biasanya digunakan yaitu kalkulator Casio dengan tipe Fx-350 MS, ini juga apabila dimasukan data-data diatas maka hasil yang diperoleh adalah *math error*.

Akan tetapi Ulugh Beg mempunyai rumus trigonometri yang berbeda, tidak hanya dengan satu rumus saja apabila dibutuhkan seperti kasus diatas. Ulugh Beg mengatakan bahwa antara Bujur Tempat dan Bujur Makkah (SBMD) itu mempunyai lima keadaan rumus yang di sesuaikan dengan lintang dan bujur tempat dimana saat itu berada.

Berbicara mengenai arah kiblat Ulugh Beg mempunyai algoritma hisab arah kiblat yang berbeda dengan algoritma yang digunakan dalam kitab-kitab falak pada umumnya, algoritma ini terdapat didalam kitab *Zij al-Sultani*. Hal ini dapat digunakan sebagai solusi untuk memecahkan masalah yang terdapat pada kasus di atas, karena algoritma ini bisa digunakan ketika posisi bujur tempatnya sekitar 129° dan nilai SBMD nya yaitu 90° , apabila menggunakan rumus universal yang biasanya dipakai dalam kitab-kitab falak pada umumnya itu tidak diperoleh hasilnya dan terkadang ketika di hitung dengan alat kalkulator hasil yang diperoleh adalah *math error*, sehingga algoritma ini sangat dibutuhkan sekali dalam memecahkan kasus tersebut.

Dari latar belakang di atas kiranya penulis tertarik untuk mengkaji dan mengakat sebuah skripsi yang berjudul **Studi Analisis Pemikiran Ulugh Beg Tentang Algoritma Hisab Arah Kiblat Dalam Kitab *Zij al-Sultani***.

B. Rumusan Masalah

Pada dasarnya penelitian skripsi ini menitikberatkan pada analisis hisab arah kiblat Ulugh Beg dalam kitab *Zij al-Sultani*. Sehingga permasalahan yang dapat penulis angkat dalam skripsi ini adalah :

1. Bagaimana metode trigonometri bola Ulugh Beg tentang hisab arah kiblat dalam kitab *Zij al-Sultani*?
2. Bagaimana penerapan trigonometri bola Ulugh Beg tentang hisab arah kiblat dalam kitab *Zij al-Sultani*?

Pembatasatan ini dimaksudkan untuk membatasi ruang lingkup skripsi agar tidak meluas dari inti permasalahannya.

C. Tujuan dan Signifikansi Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dari skripsi ini adalah:

1. Untuk mengetahui metode trigonometri bola Ulugh Beg tentang hisab arah kiblat dalam kitab *Zij al-Sultani*.
2. Untuk mengetahui bagaimana penerapan trigonometri bola Ulugh Beg tentang hisab arah kiblat dalam kitab *Zij al-Sultani*.

Adapun Signifikansi dari skripsi ini adalah :

1. Bagi pengembangan ilmu pengetahuan, hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan untuk memperkaya serta menambah khasanah keilmuan

Falak khususnya dalam metode perhitungan trigonometri bolanya Ulugh Beg tentang hisab arah kiblat dalam kitab *Zij al-Sultani*, yang mana metode ini bisa diguna untuk penentuan arah kiblat yang tepat dalam melaksanakan ibadah sholat bagi umat Islam.

2. Bagi para pegiat ilmu falak, hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi akademis serta menambah wawasan dalam memahami aspek pemikirannya Ulugh Beg tentang hisab arah kiblat dalam kitab *Zij al-Sultani*.
3. Sebagai suatu karya ilmiah, yang selanjutnya akan menjadi bahan informasi untuk melakukan penelitian lebih lanjut di kemudian hari.

D. Telaah Pustaka

Banyak sekali dijumpai karya tentang hisab rukyah khususnya penentuan arah kiblat, namun sejauh penelusuran penulis secara garis besar dalam keilmuan hisab rukyah belum ditemukan adanya tulisan ataupun penelitian secara mendetail yang membahas tentang algoritma hisab arah kiblat dari pemikirannya Ulugh Beg dalam kitab *Zij al-Sultani*.

Skripsi Ismail Khudhori yang berjudul Studi tentang Pengecekan Arah Kiblat Masjid Agung Surakarta⁹ yang menjelaskan penelitian/pengecekan tentang arah kiblat Masjid Agung Surakarta yang mengalami kekurangan/pergeseran (selisih) sebesar 10° dari titik barat ke

⁹ Ismail Khudhori, *Studi tentang Pengecekan Arah Kiblat Masjid Agung Surakarta*, Skripsi Sarjana Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2005.

utara yang seharusnya bagi Masjid Agung Surakarta adalah $24^{\circ} 32' 3.93''$ dari titik barat ke utara.

Penelitian Iwan Kuswidi dengan judul *Aplikasi Trigonometri dalam Penentuan Arah Kiblat*. Penelitian ini disusun dalam bentuk Skripsi yang membahas mengenai perhitungan arah kiblat terkait ilmu ukur segitiga bola yang di implementasikan pada bumi yang mana menggunakan pendekatan bumi berbentuk seperti bola. Kemudian rumus-rumus trigonometri tersebut di aplikasikan dalam perhitungan penentuan arah kiblat.¹⁰

Tesis Slamet Hambali dengan judul *Metode Pengukuran Arah Kiblat dengan Segitiga Siku-Siku dari Bayangan Matahari Setiap Saat*.¹¹ Penelitian ini menggunakan metode pengujian, dengan cara menguji apakah metode yang digunakan itu benar-benar menghasilkan arah kiblat yang akurat. Terkait pengujian ini Ia melakukan pengujian sebanyak enam kali, dengan dua tempat yang berbeda, yaitu pertama dilakukan di Masjid Agung Jawa Tengah sebanyak empat kali dengan alasan bahwa arah kiblat masjid ini sudah cukup. Kemudian yang kedua dilakukan di rumah nya sendiri sebanyak dua kali pengecekan, dengan pertimbangan bahwa rumahnya tersebut sudah sering dilakukan pengecekan arah kiblat.

Anisa Budiwati juga pernah melakukan penelitian dengan judul *Sistem Hisab Arah Kiblat Dr. Ing. Khafid dalam Program Mawaqit*.

¹⁰ Iwan Kuswidi, *Aplikasi Trigonometri dalam penentuan Arah Kiblat*, Skripsi S.1 Fakultas Syari'ah, Yogyakarta : UIN Sunan Kalijaga, 2003.

¹¹ Slamet Hambali, *Metode Pengukuran Arah Kiblat dengan Segitiga Siku-Siku dari Bayangan Matahari Setiap Saat*, Tesis Program Megister Pascasarjana IAIN Walisongo, Semarang: 2010.

Penelitian ini menjelaskan tentang konsep, teori serta corak fiqih dan tingkat akurasi sistem hisab arah kiblat dalam program *mawaqit*.¹²

Skripsi Aini Nafis, dengan judul *Studi Analisis Konsep Menghadap Kiblat menurut KH. Ahmad Rifa'i dalam Kitab Absyar*.¹³ Penelitiannya ini bertolak dari ramainya pemberitaan mengenai kemelencengan arah kiblat masjid-masjid di Indonesia, yang kemudian memunculkan perselisihan pendapat mengenai kewajiban menghadap kiblat antara *'ain al-ka'bah* atau *jihat al-ka'bah*. Mayoritas ulama lebih menekankan bagi orang yang jauh cukup dengan *jihat al-ka'bah*. Berbeda dari kebanyakan ulama, KH. Ahmad Rifa'i muncul dengan sebuah pendapat akan kewajiban menghadap *'ain al-ka'bah* meskipun bagi orang yang jauh. Berbekal pengalaman selama menimba ilmu di Makkah dan mempertimbangkan pendapat gurunya, ia memunculkan sebuah konsep *'ain al-ka'bah* untuk daerah di Pulau Jawa. Sebuah konsep yang kemudian dituangkan dalam kitab klasik berbahasa Jawa dengan bertuliskan huruf Arab Pegon. Konsep 22° 30' dari barat ke utara adalah konsep yang hingga kini masih dipegang jamaah Rifa'iyah dengan keyakinan mengarah ke *'ain al-ka'bah*, sebagaimana yang diajarkan KH. Ahmad Rifa'i melalui Kitab Absyar karangannya.

Dari telaah pustaka tersebut, meskipun banyak penelitian serta literatur tentang hisab arah kiblat, namun sejauh penelusuran penulis belum

¹² Anisa Budiwati, "Sistem Hisab Arah Kiblat Dr. Ing. Khafid dalam program Mawaqit", Skripsi S1 Fakultas Syari'ah, Semarang : IAIN Walisongo, 2010.

¹³Aini Nafis *Studi Analisis Konsep Menghadap Kiblat menurut KH. Ahmad Rifa'i dalam Kitab Absyar*, Skripsi, Semarang: IAIN Walisongo Semarang 2012.

terdapat penelitian yang secara detail mengkaji terkait trigonometri bola tentang hisab arah kiblat dari pemikiran Ulugh Beg dalam kitab *Zij al-Sultani*.

E. Metode Penelitian

Adapun metode yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Jenis Penelitian

Dalam penulisan penelitian berbentuk skripsi ini, penelitian yang digunakan oleh penulis untuk mengkaji dan mengulas data-data yang telah diperoleh dengan penelitian *kualitatif*.¹⁴ Dengan metode *kualitatif* ini diharapkan dapat memudahkan penarikan kesimpulan dari berbagai generalisasi yang diperoleh dari data yang telah dikumpulkan sehingga menghasilkan suatu uraian yang mendalam tentang ucapan, tulisan dan atau perilaku yang dapat diamati dari suatu individu, kelompok, masyarakat dan atau suatu organisasi tertentu dalam suatu *setting* konteks tertentu yang dikaji dari sudut pandang yang utuh, *komprehensif* dan holistik.¹⁵

Penelitian ini juga tergolong dalam penelitian kepustakaan (*library research*) yakni penelitian yang dilakukan dengan menelaah

¹⁴ Analisis kualitatif pada dasarnya menggunakan pemikiran logis, analisis dengan logika induksi, deduksi, analogi, komparasi dan sejenisnya. Tatang Amirin, *Menyusun Rencana Penelitian*, Jakarta: Raja Grafindo Persada, 1995, hlm. 95.

¹⁵ Basrowi dan Suwandi, *Memahami Penelitian Kualitatif*, Jakarta: PT Rineka Cipta, 2008, hlm. 22-23.

bahan-bahan pustaka dengan fokus pada kitab *Zij al-Sultani* karya Ulugh Beg.

2. Sumber Data

Data penelitian menurut sumbernya digolongkan menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder¹⁶. Dalam penelitian ini menggunakan dua sumber data tersebut. Data primer disebut juga sebagai data tangan pertama, ini merupakan data yang berasal langsung dari subyek penelitian.¹⁷ Yang dalam hal ini berupa dokumentasi yang penulis dapatkan dari pemikiran Ulugh Beg yang tertuang dalam kitab *Zij al-Sultani*. Sedangkan data sekunder yang disebut juga sebagai data tangan kedua atau data yang tidak langsung diperoleh oleh penulis dari subyek penelitiannya. Untuk data sekundernya penulis menggunakan data-data berupa dokumentasi yaitu tulisan-tulisan yang membahas tentang penentuan arah kiblat, tulisan-tulisan mengenai Ulugh Bug, majalah ilmiah, sumber dari arsip, kamus, ensiklopedi dan buku-buku yang berkaitan dengan penelitian ini sebagai tambahan atau pelengkap.

3. Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam penelitian ini, maka teknik pengumpulan data yang digunakan penulis adalah studi

¹⁶ Saifudin Azwar, *Metode Penelitian*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, Cet.5, 2004), hlm. 91

¹⁷ Data primer yang dimaksud dapat diperoleh melalui beberapa prosedur dan teknik pengambilan data yang dapat berupa interview, observasi maupun penggunaan instrumen pengukuran yang khusus dirancang sesuai dengan tujuannya. Syaifuddin Azwar, *Metode Penelitian*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, cet. XII, 2011, hlm. 36.

dokumen,¹⁸ yakni pengumpulan data dan informasi pengetahuan yang berhubungan dengan penelitian, terutama sumber utama berupa kitab *Zij al-Sultani* karya Ulugh Beg sebagai data primer, disamping itu juga data sekunder yang yang diperoleh dari buku-buku atau dokumentasi yang berkaitan dengan penelitian ini.

4. Teknik Analisis Data

Data mentah yang penulis kumpulkan melalui berbagai sumber data yang telah tersebut diatas kemudian dianalisis dengan teknik *deskriptif analitik*¹⁹ atau analisis terhadap trigonometri bola tentang penentuan arah kiblat Ulugh Beg dalam kitab *Zij al-Sultani*. Hal ini bermaksud untuk mempermudah penulis dalam penarikan kesimpulan demi mengetahui konsep pemikiran serta trigonometri bolanya Ulugh Beg tentang hisab penentuan arah kiblat dalam kitab *Zij al-Sultani*.

F. Sistematika Penulisan

Secara garis besar, penulisan penelitian ini disusun perbab dan terdiri atas lima bab. Dalam setiap bab, terdapat beberapa sub bahasan. Adapun sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut :

¹⁸ Dokumen merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumen bisa berbentuk tulisan, gambar atau karya-karya monumental dari seseorang. Studi dokumen merupakan pelengkap dari penggunaan metode observasi dan wawancara dalam penelitian kualitatif. Sugiyono, *Metode Penelitian Kualitatif, Kualitatif dan R & D*, Bandung: Alfabeta, 2008, hlm. 240.

¹⁹ Deskriptif analisis atau analisis deskriptif merupakan prosedur statistik untuk menguji generalisasi hasil penelitian yang didasarkan atas satu variabel. Iqbal Hasan, *Pokok-pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*, Bogor: Ghalia Indonesia, 2002, hlm. 136.

Bab I : Pendahuluan

Dalam bab ini akan dijelaskan tentang latar belakang masalah penelitian ini dilakukan, pembatasan masalah penelitian yang dirangkum dalam permasalahan penelitian, tujuan dan manfaat penulisan penelitian ini, juga tinjauan pustaka terhadap penelitian-penelitian terdahulu, kerangka teoritik dalam penelitian ini, serta mengenai metode penulisan dan sistematika penulisan.

Bab II : Tinjauan Umum Tentang Kiblat

Disini penulis akan menguraikan konsep umum tentang arah kiblat yang mencakup: pengertian arah kiblat, landasan hukum menghadap kiblat, pendapat ulama mengenai arah kiblat, metode penentuan arah kiblat, serta cara memahami trigonometri bola dalam penentuan arah kiblat.

Bab III : Ulugh Beg dan Pemikirannya tentang Algoritma Hisab Arah Kiblat dalam Kitab *Zij al-Sultani*

Bab ini memaparkan tentang biografi intelektual Ulugh Beg, gambaran umum tentang kitab *Zij al-Sultani*, konsep pemikiran Ulugh Beg tentang hisab arah kiblat dalam kitab *Zij al-Sultani*.

Bab IV : Analisis Pemikiran Ulugh Beg tentang Algoritma Hisab Arah Kiblat dalam Kitab *Zij al-Sultani*

Bab ini menjelaskan tentang analisis trigonometri bolanya Ulugh Beg dalam kitab *Zij al-Sultani* serta penerapannya dalam penentuan arah kiblat.

Bab V : Penutup

Pada bagian yang terakhir penulis memberikan kesimpulan atas penelitian dan hasil yang telah diperoleh serta saran-saran rekomendasi dan kata penutup.

BAB II

TINJAUAN UMUM TENTANG ARAH KIBLAT

A. Pengertian Arah Kiblat

Kiblat menurut bahasa berasal dari bahasa Arab yaitu *قبلة*. Kata ini adalah salah satu bentuk masdar dari kata kerja *قبل – يقبل – قبلة* yang berarti menghadap.¹ Kata kiblat yang berasal dari bahasa Arab (*القبلة*) asal katanya ialah (*مقبلة*) sinonimnya adalah (*وجهة*) yang berasal dari kata (*مواجهة*) artinya adalah keadaan arah yang dihadapi. Kemudian pengertiannya dikhususkan pada suatu arah, dimana semua orang yang mendirikan salat menghadap kepadanya.²

Qiblat atau kiblat dalam *Kamus Ilmu Falak*, adalah arah Ka'bah di Makkah yang harus dituju oleh orang yang sedang melakukan shalat, sehingga semua gerakan shalat baik ketika berdiri, ruku' maupun sujud senantiasa berimpit dengan arah itu.³

Slamet Hambali dalam bukunya *Ilmu Falak I (Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia)* mendefinisikan bahwa kiblat adalah arah menuju Ka'bah (*Baitullah*) melalui jalur paling terdekat, dan menjadi keharusan bagi setiap orang muslim untuk menghadap ke arah tersebut pada

¹ Ahmad Warson Munawir, *Al-Munawir Kamus Arab-Indonesia*, Surabaya: Pustaka Progressif, 1997, hlm. 1087-1088.

² Ahmad Mustafa Al-Maraghi, *Terjemah Tafsir Al-Maraghi*, Juz II, Penerjemah: Anshori Umar Sitanggal, Semarang: CV. Toha Putra, 1993, hlm. 2.

³ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, Cet. I, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005, hlm. 67.

saat melaksanakan ibadah salat di manapun berada di belahan dunia ini.⁴ Dalam buku lain juga dijelaskan bahwa arah kiblat merupakan arah terdekat menuju Ka'bah melalui lingkaran besar (*Great circle*) bola bumi. Lingkaran bola bumi yang dilalui oleh arah kiblat dapat disebut lingkaran kiblat. Lingkaran kiblat dapat juga didefinisikan sebagai lingkaran bola bumi yang melalui sumbu atau poros kiblat.⁵

Muhyiddin Khazin juga berpendapat bahwa yang dimaksud dengan arah kiblat adalah arah atau jarak terdekat sepanjang lingkaran besar yang melewati kota Makkah (Ka'bah) dengan kota yang bersangkutan.⁶ Sementara Muchtar Salimi mendefinisikan kiblat sebagai jarak terdekat dari suatu tempat di permukaan Bumi ke Masjid al-Haram di Makkah.⁷ Masalah kiblat tiada lain adalah masalah arah, yaitu arah yang menuju ke Ka'bah (*Baitullah*), yang berada di kota Makkah. Arah ini dapat ditentukan dari setiap titik di permukaan bumi. Caranya dengan melakukan perhitungan dan pengukuran.⁸

Dari beberapa pengertian kiblat di atas dapat penulis pahami bahwa yang dinamakan kiblat adalah letak atau posisi dimana Ka'bah dalam bentuk *ain*-nya itu berada di (kota Makkah), sedangkan arah kiblat menunjukkan

⁴ Slamet Hambali, *Ilmu Falak I (Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia)*, Semarang: Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011, hlm. 167.

⁵ Slamet Hambali, *Ilmu Falak (Arah Kiblat Setiap Saat)*, Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2013, hlm. 14.

⁶ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2011, hlm. 48.

⁷ Muchtar Salimi, *Ilmu Falak*, Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta, 1997, hlm. 83.

⁸ Ahmad Izzuddin, *Hisab Praktis Arah Kiblat dalam Materi Pelatihan Hisab Rukyah Tingkat Dasar Jawa Tengah Pimpinan Wilayah Lajnah Falakiyah NU Jawa Tengah*, Semarang, 2002.

posisi Ka'bah dilihat dari arah mana kita berada. Dengan kata lain ialah arah yang wajib dituju oleh umat Islam ketika melakukan salat.

B. Dasar Hukum Penentuan Arah Kiblat

Dalam *nash*, baik al-Qur'an maupun hadis terdapat beberapa ayat dan hadis yang menegaskan tentang perintah menghadap ke arah kiblat ketika akan melaksanakan ibadah salat, diantaranya adalah:

1. Dalil Al-Qur'an

a. QS. al-Baqarah: 144

قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةَ تَرْضَاهَا فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ وَإِنَّ الَّذِينَ أُوتُوا الْكِتَابَ لَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ وَمَا اللَّهُ بِغَفِيلٍ عَمَّا يَعْمَلُونَ ١٤٤

“Sungguh Kami (sering) melihat mukamu menengadah ke Langit, maka sungguh Kami akan memalingkan kamu ke kiblat yang kamu sukai. Palingkanlah mukamu ke arah Masjid al-Haram. Dan di mana saja kamu berada, palingkanlah mukamu ke arahnya. Dan sesungguhnya orang-orang (Yahudi dan Nasrani) yang diberi al-Kitab (Taurat dan Injil) memang mengetahui, bahwa berpaling ke Masjid al-Haram itu adalah benar dari Tuhannya; dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang mereka kerjakan.” (QS. Al Baqarah: 144)⁹

⁹ Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahannya Al-Jumanatul 'Ali (Seuntai Mutiara yang Maha Luhur)*, Bandung: J-ART, 2005, hlm. 22.

b. QS. al-Baqarah: 149

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَإِنَّهُ
لَلْحَقُّ مِنْ رَبِّكَ ۗ وَمَا اللَّهُ بِغَفِيلٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ ١٤٩

“Dan dari mana saja kamu ke luar, maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjid al-Haram; sesungguhnya ketentuan itu benar-benar sesuatu yang hak dari Tuhanmu. Dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang kamu kerjakan.” (QS. al-Baqarah: 149)¹⁰

c. QS. al-Baqarah: 150

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَحَيْثُ
مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ ۗ لِئَلَّا يَكُونَ لِلنَّاسِ عَلَيْكُمْ
حُجَّةٌ إِلَّا الَّذِينَ ظَلَمُوا مِنْهُمْ فَلَا تَخْشَوْهُمْ وَاخْشَوْنِي ۗ وَلِأُتِمَّ
نِعْمَتِي عَلَيْكُمْ وَلَعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ ١٥٠

“Dan dari mana saja kamu keluar, maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjid al-Haram. Dan di mana saja kamu (sekalian) berada, maka palingkanlah wajahmu ke arahnya, agar tidak ada hujjah bagi manusia atas kamu, kecuali orang-orang yang lalim di antara mereka. Maka janganlah kamu takut kepada mereka dan takutlah kepada-Ku. Dan agar Ku sempurnakan nikmat-Ku atasmu, dan supaya kamu mendapat petunjuk”. (QS. al-Baqarah: 150)¹¹

Khithab dari kata مَا كُنْتُمْ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ ditujukan kepada orang yang dengan jelas melihat Ka’bah, sedangkan orang yang tidak mungkin melihat Ka’bah, maka dengan cara berijtihad dengan menggunakan hal-hal yang bisa

¹⁰ *Ibid.*, hlm. 23.

¹¹ *Ibid.*

menunjukkan arah ke Ka'bah.¹² Kata *syatr* merupakan arah jurusan Ka'bah yang tepat, Al-Qurthubi menerangkan bahwa ulama' telah ijma' mewajibkan menghadap Ka'bah itu sendiri, yakni 'ain-nya adalah fardlu bagi orang yang dapat melihat Ka'bah. Sedangkan bagi orang yang jauh, memadai kalau dia menghadap ke arah Ka'bah.¹³

Di dalam suatu riwayat, dikemukakan bahwa turunnya ayat ini sehubungan dengan peristiwa sebagai berikut: ketika Nabi Saw memindahkan arah kiblat dari Baitul Maqdis ke Ka'bah, kaum musyrikin Makkah berkata: "Muhammad dibingungkan oleh agamanya, ia memindahkan arah kiblatnya ke arah kiblat kita, ia mengetahui bahwa jalan kita lebih benar dari pada jalannya, dan ia sudah hampir masuk agama kita". Nabi Muhammad Saw tidak menghiraukan perkataan mereka, karena ini adalah perintah dari Allah.¹⁴

2. Dalil Hadits

a. Hadis yang diriwayatkan oleh Imam Muslim.

حَدَّثَنَا أَبُو بَكْرِ بْنُ أَبِي شَيْبَةَ حَدَّثَنَا عَفَّانُ حَدَّثَنَا حَمَّادُ بْنُ سَلَمَةَ عَنْ ثَابِتٍ
عَنْ أَنَسِ بْنِ مَالِكٍ أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ -صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ- كَانَ يُصَلِّي نَحْوَ بَيْتِ
الْمَقْدِسِ فَنَزَلَتْ (قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا
فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ) فَمَرَّ رَجُلٌ مِنْ بَنِي سَلَمَةَ وَهُمْ رُكُوعٌ

¹² Muhammad At-Thabari, *Ahkam Al-Qur'an*, Beirut: Daar al Kutub al-'Ilmiyyah, hlm. 21.

¹³ Abdul Halim Hasan, *Tafsir Al-Ahkam*, Jakarta: Kencana Prenada Media Group, hlm. 18.

¹⁴ Qamaruddin Shaleh, *Asbabun nuzul (Latar Belakang Historis Turunya Ayat-ayat al-Qur'an*, Cet. VII, Bandung: cv.Diponegoro, 1985, hlm. 48.

فِي صَلَاةِ الْفَجْرِ وَقَدْ صَلَّوْا رُكْعَةً فَنَادَى أَلَا إِنَّ الْقِبْلَةَ قَدْ حَوَّلَتْ. فَمَالُوا كَمَا هُمْ نَحْوَ الْقِبْلَةِ. (رواه مسلم¹⁵)

“Ber cerita Abu Bakar bin Abi Saibah, bercerita ‘Affan, bercerita Hammad bin Salamah, dari Tsabit dari Anas: “Bahwa sesungguhnya Rasulullah saw (pada suatu hari) sedang salat dengan menghadap Bait al-Maqdis, kemudian turunlah ayat “Sesungguhnya Aku melihat mukamu sering menengadahkan ke Langit, maka sungguh Kami palingkan mukamu ke kiblat yang kamu kehendaki. Palingkanlah mukamu ke arah Masjid al-Haram”. Kemudian ada seseorang dari Bani Salamah bepergian, menjumpai sekelompok sahabat sedang ruku’ pada salat fajar. Lalu ia menyeru “Sesungguhnya kiblat telah berubah”. Lalu mereka berpaling seperti kelompok Nabi, yakni ke arah kiblat” (HR. Muslim).

b. Hadis yang diriwayatkan oleh Imam Bukhari:

عَنِ الْبَرَاءِ : أَنَّ النَّبِيَّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ صَلَّى إِلَى بَيْتِ الْمُقَدَّسِ سِتَّةَ عَشَرَ شَهْرًا أَوْ سَبْعَةَ عَشَرَ شَهْرًا وَكَانَ يُعْجِبُهُ أَنْ تَكُونَ قِبْلَتُهُ قِبَلَ الْبَيْتِ وَإِنَّهُ صَلَّى أَوَّلَ صَلَاةٍ صَلَّاهَا الْعَصْرُ وَصَلَّى مَعَهُ قَوْمٌ فَخَرَجَ رَجُلٌ مِمَّنْ كَانَ صَلَّى مَعَ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ فَمَرَّ عَلَى أَهْلِ الْمَسْجِدِ وَهُمْ رَاكِعُونَ فَقَالَ أَشْهَدُ بِاللَّهِ لَقَدْ صَلَّيْتُ مَعَ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَبْلَ مَكَّةَ فَذَارُوا كَمَا هُمْ قَبْلَ الْبَيْتِ.¹⁶

“Dari Barra’ bahwasanya Nabi SAW salat menghadap Bait al-Maqdis itu selama 16 atau 17 bulan. Nabi ingin sekali kiblatnya dirubah ke Baitullah; kemudian Allah merubah kiblat dari Bait al-Maqdis ke Baitullah. Salat pertama kali yang beliau lakukan dengan menghadap Baitullah adalah salat Asar bersama sekelompok orang (jama’ah). (Setelah selesai salat) kemudian salah seorang jama’ah Nabi keluar dan melewati sekelompok jama’ah yang sedang ruku’. Lalu (saat itu juga) orang tadi mengatakan “Saya bersaksi demi Allah, sungguh saya tadi telah salat bersama Nabi saw. dengan menghadap ke Makkah.” Kemudian jamaah salat masjid itu memutar ke arah Baitullah (Makkah).” (HR. Bukhari).

¹⁵ Imam Abi Al-Husaini Muslim, *Shahih Muslim*, Juz. II, Beirut : Daarul Kutubil ‘Ilmiyyah, t.th, , hlm. 375.

¹⁶ Zainuddin Ahmad, *Muhtashar Shahih Buhkori*, Beirut: Daarul Kutubil ‘Ilmiyyah, t.t, hlm. 71.

Satu riwayat mengatakan bahwa sewaktu Nabi hendak mengerjakan salat Subuh di Quba tiba-tiba turunlah perintah untuk mengalihkan kiblat salat ke Masjid al-Haram. Jadi secara penuh, dan untuk pertama kali Nabi mengerjakan salat Subuh menghadap Masjid al-Haram. Sedangkan riwayat lain menyebutkan bahwa perintah untuk mengalihkan kiblat turun ketika Nabi sedang mengerjakan salat Asar sebagaimana dikemukakan dalam *shahihain*.¹⁷

Abbas bin Bisyr atau Abbas bin Nahid adalah seorang laki-laki yang telah berjamaah salat Dluhur dengan nabi Muhammad kemudian berniat untuk pulang ke kampungnya. Dia melihat dalam perjalanannya kaum Anshar yang sedang salat Asar, kemudian dia mengatakan kepada kaum Anshar tersebut bahwasannya nabi Muhammad telah menghadap ke Ka'bah ketika salat Dluhur dan dia termasuk jamaahnya. Abbas juga memberikan kabar kepada penduduk Quba yaitu Bani Amer ibn Auf yang sedang melakukan salat Subuh bahwa nabi Muhammad telah diperintahkan menghadap Ka'bah maka mereka memutar arah ketika sedang melakukan salat.¹⁸

Dalam riwayat ini disebutkan bahwa berita tentang berpindahnya kiblat ke Ka'bah baru sampai kepada kaum muslimin di Quba pada saat salat Fajar pada hari kedua. Inilah yang kemudian menjadi *asbabul wurud* dari

¹⁷ Muhammad Nasib Ar-Rifa'i, *Ringkasan Tafsir Ibnu Katsir*, diterjemahkan oleh Syihabuddin dari "*Taisiru Al-Aliyyul Qodir Li Ikhtishari Tafsir Ibnu Katsir*", Jakarta: Gema Insani Pers, 1999, hlm. 24.

¹⁸ Teungku Muhammad Hasbi Ash Shiddieqy, *Mutiara Hadis 3 Salat*, Semarang : PT. Pustaka Rizki Putra, 2003, hlm. 23-25.

beberapa hadis tentang perpindahan arah kiblat sebagaimana yang disebutkan.¹⁹

Dapat disimpulkan dari ayat-ayat al-Qur'an dan hadis di atas, bahwa menghadap kiblat merupakan salah satu syarat sahnya salat yang harus dilaksanakan. Apabila kita berada tepat di Makkah atau bisa melihat langsung Ka'bah maka kita wajib menghadap ke arah Ka'bah dan apabila kita berada jauh dari Makkah atau Ka'bah maka kita boleh berjihad menghadap kiblat dengan perkiraan kita kalau kiblat itu sudah benar.

C. Pendapat Ulama Mengenai Arah Kiblat

Kesepakatan para ulama bahwa siapa saja yang hendak melaksanakan salat yang berada di sekitar masjid al-Haram dan bagi mereka mampu untuk melihat Ka'bah secara langsung, maka wajib baginya menghadap persis ke arah Ka'bah (*ain al-Ka'bah*). Namun ketika orang tersebut berada di tempat yang jauh dari Masjid al-Haram atau jauh dari Makkah, maka para ulama berbeda pendapat mengenainya. Berikut adalah dua pendapat besar dari para ulama madzhab mengenai hal tersebut, yaitu:

1. Pendapat Ulama Syafi'iyah dan Hanabilah

Menurut keduanya, yang wajib adalah menghadap ke *ain al-Ka'bah*. Maksudnya adalah bagi orang yang dapat melihat Ka'bah secara langsung maka baginya wajib menghadap Ka'bah tersebut. Jika tidak dapat melihat secara langsung, baik karena faktor jarak yang jauh atau

¹⁹ Muhammad Nasib Ar-rifa'i, *Ringkasan Tafsir Ibnu Katsir*, diterjemahkan oleh Syihabuddin dari "*Taisiru Al-Aliyyul Qodir Li Ikhtishari Tafsir Ibnu Katsir*", Jakarta: Gema Insani Pers, 1999, hlm. 24.

faktor geografis yang menjadikannya tidak dapat melihat Ka'bah langsung, maka ia harus menyengaja menghadap ke arah di mana Ka'bah berada walaupun pada hakikatnya ia hanya menghadap *jihat*-nya saja (jurusan Ka'bah). Sehingga yang menjadi kewajiban adalah menghadap ke arah Ka'bah persis dan tidak cukup menghadap ke arahnya saja.²⁰

Hal ini didasarkan pada firman Allah **فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ** maksud dari kata **شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ** dalam potongan ayat di atas adalah arah dimana orang yang salat menghadapnya dengan posisi tubuh menghadap ke arah tersebut, yaitu arah Ka'bah. Maka seseorang yang akan melaksanakan salat harus menghadap tepat ke arah Ka'bah.²¹

Hal ini dikuatkan dengan hadis yang diriwayatkan oleh Imam Muslim dari Usamah bin Zaid di atas, bahwasannya Nabi SAW melaksanakan salat dua raka'at di depan Ka'bah, lalu beliau bersabda, **هَذِهِ الْقِبْلَةُ** “*inilah kiblat*”, dalam pernyataan tersebut menunjukkan batasan (ketentuan) kiblat. Sehingga yang dinamakan kiblat adalah *ain* Ka'bah itu sendiri, sebagaimana yang ditunjuk langsung oleh Nabi seperti yang diriwayatkan dalam hadis tersebut. Maka mereka mengatakan bahwa yang dimaksud dalam surat al-Baqarah di atas adalah perintah menghadap tepat ke arah Ka'bah, tidak boleh menghadap ke arah lainnya.²²

²⁰ Abdurrahman bin Muhammad Awwad Al Jaziry, *Kitabul Fiqh 'Ala Madzahibil Arba'ah*, Beirut: Dar Ihya' At Turats Al Araby, 1699, hlm. 177.

²¹ Muhammad Ali As Shabuni, *Tafsir Ayat Ahkam As Shabuni*, Surabaya: Bina Ilmu, 1983, hlm. 81.

²² *Ibid.*

Demikianlah Allah menjadikan rumah suci itu untuk persatuan dan kesatuan tempat menghadap bagi umat Islam. Seperti yang diungkap Imam Syafi'i dalam kitab *al-Um*, bahwa yang dimaksud masjid suci adalah Ka'bah (*Baitullah*) dan wajib bagi setiap manusia untuk menghadap rumah tersebut ketika mengerjakan salat fardlu, sunnah, jenazah, dan setiap orang yang sujud syukur dan tilawah. Maka, arah kiblat daerah di Indonesia adalah arah Barat dan bergeser 24 derajat ke Utara, maka kita harus menghadap ke arah tersebut. Tidak boleh miring ke arah kanan atau kiri dari arah kiblat tersebut.²³

2. Pendapat Ulama Hanafiyah dan Malikiyah

Menurut mereka yang wajib adalah (cukup) *jihat al-Ka'bah*, jadi bagi orang yang dapat menyaksikan Ka'bah secara langsung maka harus menghadap pada *ain al-Ka'bah*, jika ia berada jauh dari Makkah maka cukup dengan menghadap ke arahnya saja (tidak mesti persis), jadi cukup menurut persangkaannya (*dzan*)²⁴ bahwa di sanalah kiblat, maka dia menghadap ke arah tersebut (tidak harus persis). Ini didasarkan pada firman Allah *شَطْرَ الْكَعْبَةِ* , *فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ* , sehingga jika ada orang yang melaksanakan salat dengan menghadap ke salah satu sisi bangunan Masjid al-Haram maka ia telah memenuhi perintah dalam

²³ Abi Abdullah Muhammad bin Idris Asy Syafi'i, *Al Um*, t.t, hlm. 224.

²⁴Seseorang yang berada jauh dari Ka'bah yaitu berada diluar Masjidil Haram atau di sekitar tanah suci Makkah sehingga tidak dapat melihat bangunan Ka'bah, mereka wajib menghadap ke arah Masjidil Haram sebagai maksud menghadap ke arah Kiblat secara *dzan* atau kiraan atau disebut sebagai "*Jihat al-Ka'bah*".

ayat tersebut, baik menghadapnya dapat mengenai ke bangunan atau *ain al-Ka'bah* atau tidak.²⁵

Mereka juga mendasarkan pada surat al-Baqarah ayat 144, yang artinya “*dan di mana saja kamu berada, palingkanlah mukamu ke arahnya.*” Kata arah *syatrah* dalam ayat ini ditafsirkan dengan arah Ka'bah. Jadi tidak harus persis menghadap ke Ka'bah, namun cukup menghadap ke arahnya. Mereka juga menggunakan dalil hadis Nabi yang diriwayatkan oleh Ibnu Majah dan Tirmidzi, yang artinya “*arah antara Timur dan Barat adalah kiblat.*”²⁶ Adapun perhitungan (perkiraan) menghadap ke *jihat al-Ka'bah* yaitu menghadap salah satu bagian dari adanya arah yang berhadapan dengan Ka'bah atau kiblat.²⁷

Berdasarkan kedua pendapat di atas, maka dapat diketahui bahwa mereka memiliki dalil dan dasar, dan kesemuanya dapat dijadikan pedoman, hanya saja dalam hal penafsiran mereka berbeda. Hal ini terjadi karena dasar yang digunakan tidak sama. Namun yang perlu diingat bahwa kewajiban menghadap kiblat bagi orang yang akan melaksanakan salat berlaku selamanya, seseorang harus berijtihad untuk mencari kiblat. Hal ini perlu diperhatikan karena kiblat sebagai lambang persatuan dan kesatuan arah bagi umat Islam, maka kesatuan itu harus diusahakan setepat-tepatnya.²⁸

²⁵ Muhammad Ali As-Shabuni, *Tafsir...*, hlm. 82.

²⁶ *Ibid.*

²⁷ *Ibid.*

²⁸ Syamsul Arifin, *Ilmu Falak*, Ponorogo: Lembaga Penerbitan dan Pengembangan Ilmiah STAIN Ponorogo, t.t, hlm. 19.

Dari beberapa pendapat di atas, penulis lebih condong kepada pendapat yang pertama. Hal ini karena pada zaman sekarang, teknologi yang berkembang sudah sedemikian canggih, dan hal tersebut memudahkan umat Islam dalam menentukan arah kiblat yang lebih akurat dengan bantuan teknologi yang ada. Demikian juga pengetahuan mengenai ilmu hitungnya, cara perhitungan yang digunakan telah menggunakan prinsip ilmu trigonometri bola (*spherical trigonometry*) dengan tidak mengabaikan bentuk permukaan Bumi yang bulat seperti bola. Juga alat hitungnya dimana saat ini sudah dapat diperoleh dari sistem *komputerisasi*. Maka apabila seseorang dapat menghadap kiblat dengan tepat, mengapa hal tersebut tidak dipilih untuk meningkatkan keyakinan bahwa telah menghadap kiblat dengan tepat.

D. Metode Penentuan Arah Kiblat

1. Azimuth Kiblat

Tiap tempat memiliki sudut kiblat sendiri-sendiri. Untuk mengetahuinya diperlukan data lintang dan bujur tempat yang bersangkutan serta posisi koordinat Ka'bah. Arah yang akan dicari dinyatakan oleh besarnya sudut dan dari mana sudut itu diukur serta ke mana arah putarannya. Dalam ilmu astronomi pengukuran azimuth dilakukan dari utara dengan arah putaran ke timur karena putaran itu disesuaikan dengan arah pergerakan jarum jam. Hal itu hanya sebagai perjanjian saja, untuk keseragaman terminologi. Namun awal pengukuran diambil arah Utara memiliki alasan praktis yaitu karena arah Utara dapat segera diketahui dengan alat kompas jarum magnet dibandingkan arah Timur Barat²⁹.

Azimut kiblat adalah arah atau garis terdekat yang menunjukkan ke kiblat (Ka'bah)³⁰. Untuk menentukan Azimut Kiblat ini maka diperlukan beberapa data, yaitu:

²⁹ Departemen Agama Republik Indonesia, Ensiklopedi Islam di Indonesia, Jakarta : Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam Proyek Peningkatan Prasarana dan Sarana Perguruan Tinggi Agama / IAIN Jakarta, 1992, hlm. 158.

³⁰ Ahmad Izuddin, *Ilmu Falak Praktis Metode Hisab-Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya*, Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012, hal. 30

- a. Lintang Tempat³¹
- b. Bujur Tempat³²
- c. Lintang kota Makkah $21^{\circ} 25' 21,17''$ LU³³
- d. Bujur kota Makkah $39^{\circ} 49' 34,56''$ BT³⁴
- e. Rumus praktis untuk wilayah di Indonesia

$$\text{Cotan } Q = \text{Tan } LM \cdot \text{Cos } LT : \text{Sin } SBMD - \text{Sin } LT : \text{Tan } SBMD$$

Keterangan :

- Q = Arah Kiblat
- LM = Lintang Makkah
- LT = Lintang Tempat
- SBMD = Selisih Bujur Tempat dan Bujur Makkah (BT - BM)

Dari data-data tersebut diatas kemudian di hitung menggunakan rumus arah kiblat yang sudah ada, hasil dari hisab ini digunakan sebagai acuan metode-metode penentuan arah kiblat.

³¹ Lintang Tempat adalah , bisa juga disebut (*Ardhul Balad*) yakni jarak dari daerah yang dimaksud sampai khatulistiwa diukur sepanjang garis bujur. Khatulistiwa adalah lintang 0° dan titik kutub Bumi adalah lintang 90° . Jadi nilai lintang lintang berkisar antara 0° - 90° . Di sebelah Selatan Khatulistiwa disebut Lintang Selatan, diberi tanda negatif (-), di sebelah Utara khatulistiwa disebut lintang Utara diberi tanda positif (+).

³² Bujur Tempat bisa juga disebut (*Thulul balad*) yakni jarak dari daerah yang dimaksud ke garis bujur yang melalui kota *Greenwich* dekat London. Sebelah Barat kota *Greenwich* sampai 180° disebut Bujur Barat (BB), dan sebelah Timur kota *Greenwich* sampai 180° disebut Bujur Timur (BT). Bujur Barat berimpit dengan 180° Bujur Timur yang melalui selat Bering Alaska. Garis Bujur 180° ini dijadikan pedoman pembuatan Garis Batas Tanggal Internasional (*Internasional Date Line*).

³³ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab - Rukyah Praktis dan Solusi Permasalahannya)*, Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012, hal. 57

³⁴ *Ibid.*

2. *Rashdul Kiblat*

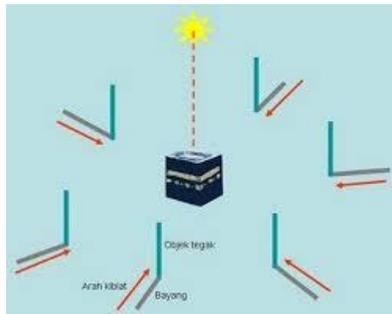
Salah satu metode penentuan arah kiblat yaitu dengan mengetahui posisi Matahari (*Rashdul Kiblat*). *Rashdul* kiblat adalah ketentuan waktu di mana benda yang terkena sinar Matahari mengarah ke arah kiblat. *Rashdul* kiblat ini ada dua jenis yaitu *Rashdul* Kiblat tahunan dan *Rashdul* Kiblat harian³⁵

a) *Rashdul* Kiblat Tahunan

Rashdul Kiblat Tahunan atau juga disebut dengan Istiwa Utama atau Istiwa A'dhom adalah melintasnya Matahari melewati titik tepat di atas kepala (Zenit) suatu tempat. Istiwa sendiri adalah saat Matahari melewati meridian suatu tempat yang juga menjadi pertanda masuknya waktu Zuhur. Akibat sumbu Bumi miring $66,5^\circ$ terhadap bidang orbitnya menyebabkan selama setahun Matahari terlihat bergeser posisinya. Pergeseran ini antara $23,5^\circ$ LU pada bulan Juni sampai $23,5^\circ$ LS pada bulan Desember. Saat sudut deklinasi Matahari sama dengan nilai lintang suatu tempat maka di tempat tersebut terjadi Istiwa Utama.³⁶

³⁵ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1*, hlm. 192

³⁶ Motuha Arkanuddin, *Teknik Penentuan Arah Kiblat: Teori Dan Aplikasi*, Yogyakarta: LP2IF Rukyat Hilal Indonesia (RHI), tt, hlm. 9



Gambar 0.1 Rashdul Kiblat Tahunan³⁷

Pada saat Matahari mencapai titik kulminasi di atas Ka'bah maka deklinasi Matahari sama dengan garis lintang Ka'bah. serta pada saat Matahari berada pada titik kulminasi di atas Ka'bah. Hal demikian terjadi pada setiap tanggal:³⁸

- Tanggal 27 Mei tahun kabisat jam 11^j 57^m 16^d LMT³⁹ atau 09^j 17^m 56^d GMT⁴⁰
- Tanggal 28 Mei tahun basithah pada jam 11^j 57^m 16^d LMT atau 09^j 17^m 56^d GMT.
- Tanggal 15 juli tahun kabisat pada jam 11^j 57^m 16^d LMT atau 09^j 17^m 56^d GMT

³⁷ Sumber gambar dari <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images>. Diakses pada hari senin 7 Oktober 2019, pukul 09:45 WIB.

³⁸ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008, hlm.72

³⁹ Local Mean Time (LMT), dalam bahasa arab disebut *Al-Waqt al-Wasathi al-Mahalliy*, sistem waktu yang didasarkan pada posisi Matahari rerata (fiktif) atau disebut juga waktu rata-rata setempat. Penentuan waktu ini biasanya berdasarkan bujur yang dijadikan pedoman bagi suatu daerah. *Ensiklopedi Hisab Rukyah*, Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2005, hlm. 21.

⁴⁰ Greenwich Mean Time (GMT), didalam bahasa arab disebut *Al-Waqt al-Wasathi al-'Alami* Waktu Greenwich atau Internasional. Yaitu waktu rata-rata yang didasarkan pada Bujur 0 derajat (bujur kota Greenwich). Waktu ini berlaku untuk seluruh dunia dan dikenal dengan istilah *International Civil Time*.

- Tanggal 16 Juli tahun Basithah pada jam $12^j 06^m 03^d$ LMT atau $09^j 26^m 43^d$ GMT.

Apabila dikehendaki dengan tempat yang lain maka waktu GMT tersebut harus dikoreksi⁴¹ dengan selisih waktu tempat yang diinginkan. Misalnya :

WIB selisih 7 jam dengan waktu GMT

Tanggal 28 Mei pada jam $09^j 17^m 56^d$ GMT + $7^j = 16^j 17^m 56^d$ WIB

Tanggal 16 Juli pada jam $09^j 26^m 43^d$ GMT + $7^j = 16^j 26^m 43^d$ WIB

Jadi pada setiap tanggal 27/28 Mei jam 16:17:56 WIB atau setiap tanggal 15/16 juli 16:26:43 WIB semua bayangan benda yang berdiri tegak lurus menunjukkan arah kiblat.

b) *Rashdul* Kiblat Harian

Langkah-langkah dalam menentukan jam *rashdul* kiblat harian adalah sebagai berikut:⁴²

- 1) Menentukan bujur Matahari (*tul asy-syams*), yaitu jarak yang dihitung dari $0^{\text{bujur}} 0^{\circ}$ sampai dengan Matahari melalui lingkaran ekliptika menurut arah berlawanan dengan putaran jarum jam.

Dengan rumus :

Rumus I

Menentukan buruj⁴³:

⁴¹ Bujur Timur ditambah (+) dan Bujur Barat dikurang (-) dengan waktu GMT.

⁴² Ahmad Izzuddin, *Ilmu...*, hlm. 47

⁴³ Buruj adalah gugusan bintang yang sering disebut dengan *rasi bintang* atau Zodiak atau *constellation*. Rasi bintang yang ada di sabuk zodiak ada 12 yaitu Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo, Libra, Scorpio, Sagitaurus, Capricorn, Aquarius dan Pisces. Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, hal.15

Untuk bulan 4 s/d 12 rumusnya dikurangi 4 (-4)

Untuk bulan 1 s/d 3 rumusnya ditambah 8 (+8)

Rumus II

Menentukan derajat:

Untuk bulan 2 s/d 7 rumusnya ditambah 9° (+ 9°)

Untuk bulan 8 s/d 1 rumusnya ditambah 8° (+ 8°)

- 2) Menentukan selisih bujur Matahari (SBM) yakni jarak yang dihitung dari Matahari sampai dengan buruj khatulistiwa (buruj 0 atau buruj 6 dengan pertimbangan yang terdekat.

Dengan rumus:

- a. Jika $BM < 90^\circ$ rumusnya $SBM = BM$ yang diderajatkan
 - b. Jika BM antara 90° s/d 180° rumusnya $180^\circ - BM$
 - c. Jika BM antara 180° s/d 270° rumusnya $BM - 180^\circ$
 - d. Jika BM antara 270° s/d 360° rumusnya $360^\circ - BM$
- 3) Menentukan Deklinasi Matahari.

Deklinasi Matahari adalah jarak posisi Matahari dengan ekuator/khatulistiwa langit diukur sepanjang lingkaran deklinasi atau lingkaran waktu. Deklinasi sebelah Utara ekuator diberi tanda positif (+) dan sebelah Selatan ekuator diberi tanda negative (-). Ketika Matahari melintasi khatulistiwa, deklinasinya adalah 0° . Hal ini terjadi sekitar tanggal 21 Maret dan 23 September. Setelah melintasi khatulistiwa pada tanggal 21 Maret, Matahari bergeser ke Utara sehingga mencapai garis

balik Utara (deklinasi $+23^{\circ} 27'$) sekitar tanggal 21 Juni kemudian kembali bergeser ke arah Selatan sampai pada khatulistiwa lagi sekitar tanggal 23 September, setelah itu bergeser hingga mencapai titik balik Selatan (deklinasi $-23^{\circ} 27'$) sekitar tanggal 22 Desember, kemudian kembali bergeser ke arah Utara hingga mencapai khatulistiwa lagi sekitar tanggal 21 Maret. Demikian seterusnya. Dengan rumus deklinasi :

$$\text{Sin Deklinasi} = \text{Sin SMBD} \times \text{Sin Deklinasi terjauh} \\ (23^{\circ} 27')$$

Dengan ketentuan deklinasi positif (+) jika deklinasi sebelah Utara ekuator, yakni BM pada $0^{\text{buruj}} - 5^{\text{buruj}}$ dan deklinasi negatif (-) jika deklinasi sebelah Selatan ekuator, yakni BM pada $6^{\text{buruj}} - 11^{\text{buruj}}$.

- 4) Menentukan Rashdul Kiblat dengan rumus:

$$\text{Rumus I : Cotg A} = \text{Sin LT} \div \text{Tan AQ}$$

$$\text{Rumus II : Cos B} = \text{Tan deklinasi} \times \text{Cos A} \div \text{Tan LT}$$

$$\text{Rumus III : WrH} = (B + A) \div 15 + 12$$

Keterangan :

LT : Lintang Tempat

AQ : Azimuth Qiblat B-U

A, B = Sudut Bantu⁴⁴

⁴⁴ Jika nilai A adalah positif maka nilai B adalah negatif (-), akan tetapi jika nilai A adalah negatif maka nilai B adalah positif. Lihat, Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak...*, hlm. 49.

WrH : Waktu Rashdul Kiblat Hakiki.

- 5) Menjadikan **Waktu Daerah** : Indonesia sekarang terbagi dalam tiga waktu daerah yakni Waktu Indonesia Barat (WIB) dengan bujur daerah = 105° , Waktu Indonesia Tengah (WITA) dengan bujur daerah = 120° dan Waktu Indonesia Timur (WIT) dengan bujur daerah = 135° .

Rumus : $WD = WH - PW + (BD - BT) : 15$

Keterangan:

WD : Waktu Daerah

WH : Waktu Hakiki (Waktu Istiwa')

PW : Perata Waktu (Equation Of Time)⁴⁵

BD = Bujur Daerah

BT = Bujur Tempat

Kemudian langkah berikutnya yang harus ditempuh dalam rangka penerapan waktu rashdul Qiblat adalah :⁴⁶

- a. Tongkat atau benda apa saja yang bayang-bayangnya dijadikan pedoman hendaknya betul-betul berdiri tegak lurus pada pelataran. Gunakan spidol untuk mengetahui bayang-bayangannya.

⁴⁵ Perata Waktu atau *Equation of Time* bisa dilihat dalam tabel KH Zubaer dalam kitabnya *Khulasatul Wafiyah* dengan cara memasukkan data BM (Bujur Matahari). Burujnya berapa derajatnya berapa, contoh 2 buruj 7 derajat berarti dalam tabel menghasilkan angka +3 dibaca menit. Atau melihat data perata waktu kontemporer seperti dalam Ephemeris, Almanak Nautika, dll.

⁴⁶ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab-Rukyah Praktis dan Solusi Permasalahannya)*, Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012, hlm. 53

- b. Semakin tinggi atau panjang tongkat tersebut, hasil yang dicapai semakin teliti.
- c. Pelataran harus betul-betul datar. Ukurlah pakai timbangan air (waterpass).
- d. Pelataran hendaknya putih bersih agar bayang-bayang tongkat terlihat jelas.

3. Menggunakan Theodolit

Cara ini merupakan cara yang lebih teliti untuk menentukan lintang dan bujur. Theodolite adalah alat ukur semacam teropong yang dilengkapi dengan lensa, angka-angka yang menunjukkan arah (azimuth) dan ketinggian dalam derajat dan *water-pass*.⁴⁷

Sampai saat ini theodolit dianggap sebagai alat atau metode yang paling akurat diantara metode-metode yang sudah ada dalam penentuan arah kiblat. Dengan bantuan pergerakan benda langit yaitu Matahari, alat ini dapat menunjukkan sudut hingga satuan detik busur. Dengan mengetahui posisi Matahari yaitu memperhitungkan Azimuth Matahari, maka Utara Sejati atau Azimut kiblat dari suatu tempat dapat ditentukan secara akurat.⁴⁸

Pengukuran arah kiblat dengan menggunakan alat Theodolit, Pertama harus diketahui Azimuth Kiblat tempat yang akan diukur, kemudian bidik matahari pada jam sesuai dengan yang sudah dipersiapkan dengan Theodolit, setelah itu

⁴⁷ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab-Rukyah Praktis dan Solusi Permasalahannya)*, Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012, hlm. 35.

⁴⁸ *Ibid.*, hlm. 55.

menghitung Sudut Waktu Matahari dengan rumus : $t_0 = (MP - W) \times 15$, kemudian menghitung Arah Matahari dengan rumus :

$$\text{Cotan } A_0 = -\text{Sin } LT : \text{Tan } t_0 + \text{cos } LT \times \text{Tan Deklinasi Matahari} : \text{Sin } t_0.$$

Untuk mengetahui arah kiblat dari posisi matahari yang telah terbidik oleh Theodolit dengan menggunakan 4 ketentuan, sebagai berikut :

- a. Jika Deklinasi Matahari positif dan pembedikan dilakukan sebelum matahari berkulminasi maka **Posisi Kiblat = 360 – Arah Matahari - Arah Kiblat**
- b. Jika Deklinasi Matahari positif dan pembedikan dilakukan sesudah Matahari berkulminasi maka **Posisi Kiblat = Arah Matahari – Arah Kiblat**
- c. Jika Deklinasi Matahari negatif dan pembedikan dilakukan sebelum matahari berkulminasi maka **Posisi Kiblat = 360 – (180 - Arah matahari) – Arah Kiblat**
- d. Jika deklinasi matahari negatif dan pembedikan dilakukan sesudah matahari berkulminasi maka **Posisi Kiblat = 180 - Arah Matahari – Arah Kiblat.**

Kemudian 0 kan terlebih dahulu Theodolit, lalu putar Theodolit sebesar nilai Posisi Kiblat yang sudah dihitung, itulah arah kiblatnya.⁴⁹

E. Cara Memahami Trigonometri bola dalam Penentuan Arah Kiblat

Sebelum memahami trigonometri bola perlu diketahui bahwa trigonometri bola itu termasuk didalam algoritma. Pengertian algoritma pada dasarnya adalah susunan logis dan sistematis yang digunakan untuk memecahkan atau pun menyelesaikan suatu permasalahan tertentu. Jadi, setiap susunan logis yang

⁴⁹ *Ibid.*, hlm. 60.

diurutkan berdasarkan sistematika tertentu yang dipakai untuk menyelesaikan permasalahan dapat digolongkan sebagai sebuah algoritma.⁵⁰ Algoritma digunakan untuk penghitungan, pemrosesan data dan penalaran otomatis.⁵¹

Trigonometri berasal dari bahasa Yunani *trigonom* yang berarti tiga sudut, dan *metron* yang berarti mengukur. Jadi trigonometri adalah sebuah cabang matematika yang mempelajari hubungan yang meliputi panjang dan sudut segitiga⁵². Trigonometri adalah sebuah konsep, hal pertama yang perlu dimengerti dalam memahami konsep dasar Trigonometri adalah mengetahui, mengerti dan memahami bentuk-bentuk dan rumus-rumus sebuah segitiga, terutama segitiga siku-siku. Pada dasarnya sebuah segitiga harus terdiri dari tiga sisi, yaitu sisi miring, sisi samping, dan sisi depan. Dan tiga buah sudut yaitu sudut tegak lurus, sudut depan dan sudut samping. Dimana jika ditambahkan jumlah sudut sebuah segitiga haruslah 180 derajat⁵³

⁵⁰ <https://pengertiandefinisi.com/pengertian-algoritma-dalam-dunia-pemrograman-komputer/>, diakses pada hari Kamis 17 Oktobr 2019, Pukul 00.10 WIB.

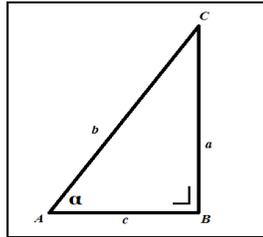
⁵¹ <https://id.wikipedia.org/wiki/Algoritme>, diakses pada hari Kamis 17 Oktobr 2019, Pukul 00.20 WIB.

⁵² <https://id.m.wikipedia.org/wiki/Trigonometri>, diakses pada hari Senin 16 September 2019 pukul 23:50 WIB.

⁵³ <https://www.kamusq.com/2013/01/trigonometri-adalah-pengertian-dan.html?m=1>, diakses pada hari senin 16 September 2019, pukul 00.08 WIB.

Rumus - rumus dasar segitiga:

1. Segitiga pada bidang datar



Gambar 0.2.: Segitiga siku-siku⁵⁴

Gambar diatas merupakan sebuah gambar segitiga ABC yang siku-sikunya pada sudut B.

- Sisi a (sisi di depan sudut A) sebagai sisi siku-siku.
- Sisi b (sisi di depan sudut B) sebagai sisi miring.
- Sisi c (sisi di depan sudut C) sebagai sisi alas atau sisi siku-siku pengapit.⁵⁵

$$\begin{array}{llll}
 a : b = \sin A, & c : b = \sin C & b \times \sin A = a, & b \times \sin C = c \\
 c : b = \cos A, & a : b = \cos C & b \times \cos A = c, & b \times \cos C = a \\
 a : c = \tan A, & c : a = \tan C & c \times \tan A = a, & a \times \tan C = c \\
 c : a = \cotan A, & a : c = \cotan C & a \times \cotan A = c, & a \times \cotan C = a \\
 a : \sin A = b, & c : \sin C = b & & \\
 c : \cos A = b, & a : \cos C = b & & \\
 a : \tan A = c, & c : \tan C = a & & \\
 c : \cotan A = a, & a : \cotan C = c & &
 \end{array}$$

⁵⁴ <https://bangkusekolah.com/2017/081/perbandingan-trigonometri-pada-segitiga-siku-siku/>, diakses pada hari Senin 7 Oktober 2019, Pukul 13:20 WIB.

⁵⁵ Muhyiddin Khazin, *Ilmu...*, hlm. 14-15.

2. Segitiga bola

Jika dalam sebuah bola terdapat dua buah lingkaran besar dan berpotongan dengan lingkaran besar utama, maka terbentuklah sebuah segitiga bola. Dalam ilmu ukur segitiga bola (trigonometri), dapat dirumuskan sebagai berikut :

a. Rumus sinus

$$\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C}$$

b. Rumus cosinus

1. Hubungan satu sisi dengan satu sudut :

$$\cos a = \cos b \cdot \cos c + \sin b \cdot \sin c \cdot \cos A$$

$$\cos b = \cos a \cdot \cos c + \sin a \cdot \sin c \cdot \cos B$$

$$\cos c = \cos a \cdot \cos b + \sin a \cdot \sin b \cdot \cos C$$

2. Hubungan satu sisi dengan satu sudut :

$$\cos A = -\cos B \cdot \cos C + \sin B \cdot \sin C \cdot \cos a$$

$$\cos B = -\cos C \cdot \cos A + \sin C \cdot \sin A \cdot \cos b$$

$$\cos C = -\cos A \cdot \cos B + \sin A \cdot \sin B \cdot \cos c$$

3. Hubungan satu sisi dengan satu sudut :

$$\sin a \cdot \cos B = \cos b \cdot \sin c - \sin b \cdot \cos c \cdot \cos A$$

$$\sin a \cdot \cos C = \cos c \cdot \sin b - \sin c \cdot \cos b \cdot \cos A$$

$$\sin b \cdot \cos A = \cos a \cdot \sin c - \sin a \cdot \cos c \cdot \cos B$$

$$\sin b \cdot \cos C = \cos c \cdot \sin a - \sin c \cdot \cos a \cdot \cos B$$

$$\sin b \cdot \cos A = \cos a \cdot \sin b - \sin a \cdot \cos b \cdot \cos C$$

$$\sin b \cdot \cos B = \cos b \cdot \sin a - \sin b \cdot \cos a \cdot \cos C$$

c. Rumus Cotangens :

$$\cos A = \sin c \cdot \cos a \cdot \operatorname{cosec} B - \cos c \cdot \cos B$$

$$\cos A = \sin c \cdot \cos b \cdot \operatorname{cosec} C - \cos c \cdot \cos C$$

$$\cos B = \sin c \cdot \cos a \cdot \operatorname{cosec} C - \cos a \cdot \cos C$$

$$\cos B = \sin c \cdot \cos c \cdot \operatorname{cosec} A - \cos c \cdot \cos A$$

$$\cos C = \sin c \cdot \cos a \cdot \operatorname{cosec} B - \cos a \cdot \cos B$$

$$\cos C = \sin c \cdot \cos b \cdot \operatorname{cosec} A - \cos b \cdot \cos A.$$

Dari rumus dasar tersebut dapat dikembangkan lagi menjadi beberapa rumus didalam segitiga bola, termasuk didalamnya rumus menghitung arah kiblat, tinggi hilal, waktu salat dan lainnya⁵⁶.

Masalah kiblat adalah masalah mengenai arah. Arah yang dimaksud adalah arah Ka'bah di Makkah. Arah ini dapat ditentukan dari setiap titik atau tempat di permukaan Bumi. Penentuan arah ini dapat dilakukan dengan melakukan perhitungan dan pengukuran.⁵⁷ Penentuan arah kiblat dapat dilakukan dengan menggunakan ilmu ukur segitiga bola (*spherical trigonometry*) dengan asumsi Bumi dianggap sebagai bola.⁵⁸ Jika kita perhatikan sebuah bola maka kita akan tahu bahwa bola (*sphere*) adalah benda tiga dimensi yang unik, dimana jarak antara setiap titik di permukaan bola dengan titik pusatnya selalu sama. Sedangkan permukaan bola

⁵⁶ Slamet Hmabali, *Ilmu...*, hlm. 32-34.

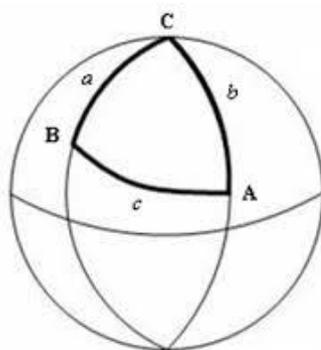
⁵⁷ Muhyiddin Khazin, *Ilmu...*, hlm. 18, lihat juga Majlis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah, *op. cit.* hlm. 29.

⁵⁸ Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, *Alamanak Hisab Rukyat*, Cet. III, Jakarta: Kemenag RI, 2010, hlm. 129-130.

berdimensi dua, sehingga kita dapat mengandaikan Bumi seperti bola yaitu posisi di permukaan Bumi seperti posisi di permukaan bola.⁵⁹

Secara umum, segitiga bola didefinisikan sebagai daerah segitiga yang sisi-sisinya merupakan busur-busur lingkaran besar. Maka apabila salah satu sisinya merupakan lingkaran kecil, tidak bisa dinyatakan sebagai segitiga bola.⁶⁰ Sebagaimana konsep dasar ilmu ukur segitiga bola, yang menyatakan:

Jika tiga buah lingkaran besar pada permukaan sebuah bola saling berpotongan, terjadilah sebuah segitiga bola. Ketiga titik potong yang berbentuk merupakan titik sudut A, B, dan C. Sisi-sisinya dinamakan berturut-turut a, b, dan c yaitu yang berhadapan dengan sudut A, B, dan C.⁶¹



Gambar 0.3: Segitiga bola⁶²

⁵⁹ <http://www.eramuslim.com/syariah/ilmu-hisab/segitiga-bola-dan-arrah-kiblat.htm>, diakses tanggal 04 September 2019 pukul 14.00 WIB.

⁶⁰ Departemen Agama RI, *Ensiklopedi Islam*, Jakarta: CV. Anda Utama, 1993, hlm. 153.

⁶¹ Maskufa, *Ilmu Falaq*, Cet. I, Surabaya: Gaung persada Pres, 2009, hlm. 79.

⁶² Sumber gambar dari <http://rumpunilmu25.blogspot.com/2016/06/segitiga-pada-ilmu-falak.html>, diakses pada 7 Oktober 2019, pukul 10:10 WIB.

Ketiga bagian lingkaran berpotongan di titik A, B, dan C, adapun daerah yang dibatasi oleh ketiga busur lingkaran besar itu dinamakan segitiga ABC. Busur AB, BC, dan CA adalah sisi-sisi segitiga bola ABC. Sedangkan sisi-sisi segitiga bola dinyatakan dengan huruf a, b, dan c.

Sedangkan dalam perhitungan arah kiblat membutuhkan 3 titik, yaitu:

1. Titik A, yang terletak pada lokasi tempat yang akan ditentukan arah kiblatnya.
2. Titik B, terletak di Ka'bah (Makkah)
3. Titik C, terletak di titik kutub utara.

Dua titik diantara ketiganya adalah titik yang tetap (tidak berubah-ubah) yaitu titik B dan C, sedangkan titik A senantiasa berubah, tergantung tempat yang akan ditentukan kiblatnya, baik di utara ekuator atau di sebelah Selatan⁶³.

Bila titik-titik tersebut dihubungkan dengan garis lengkung pada lingkaran besar, maka terjadilah segitiga bola ABC, seperti gambar di bawah ini:

⁶³ Hafid, '*Penentuan Arah Kiblat*', makalah disampaikan pada pelatihan penentuan arah kiblat Jakarta 15 April 2007.



Gambar 0.4 : Prinsip perhitungan sudut diatas segitiga bola

Sumber : Ing Khafidz, pelatihan penentuan Arah Kiblat

Adapun busur garis yang berada di depan titik A adalah $(90^\circ - \varphi^m)$ dan disebut sisi a, sedangkan busur garis di depan titik B adalah $(90^\circ - \varphi^x)$ disebut sisi b, di mana φ^m dan φ^x adalah posisi lintang Ka'bah dan lokasi yang dihitung. Sedangkan busur di depan sudut C disebut sisi c, sehingga bisa dikatakan perhitungan arah kiblat adalah suatu perhitungan untuk mengetahui berapa besar nilai sudut A (sudut kiblat), yakni sudut yang diapit oleh sisi b dan sisi c. Maka rumus untuk mengetahui nilai sudut A,⁶⁴ yaitu :

$$\text{Cotan B} = \frac{\text{Cos LT} \cdot \text{Sin LM}}{\text{Sin (BT-BM)}} - \text{Sin LT} \cdot \text{Cotan (BT - BM)}$$

Dalam menentukan jarak terdekat dari daerah lokasi ke Ka'bah (C), maka kita harus mengetahui.⁶⁵

- a. Jika $BT > BM$, maka untuk mendapatkan nilai C adalah $BT - BM$
(BT adalah $39^\circ 49' 34.33''$)
- b. Jika $BT < BM$, maka untuk mendapatkan nilai C adalah $BT - BM$

⁶⁴ Maskufa, *Ilmu...*, hlm. 57.

⁶⁵ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, Cet I, Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2013, hlm. 18.

- c. Jika $BB\ 0^\circ - 140^\circ\ 10'\ 25.67''$, maka untuk mendapatkan nilai C adalah $BB + BM$
- d. Jika $BB\ 140^\circ\ 10'\ 25.67'' - BB\ 180^\circ$, maka untuk mendapatkan nilai C adalah $360^\circ - BB - BM$.

Berdasarkan teori di atas, maka rumus segitiga bola dapat digunakan ke berbagai tempat di permukaan Bumi dalam menentukan arah kiblat. Penentuan arah kiblat tersebut, dapat diketahui dengan menghitung *azimuth* kiblat dan dengan mengetahui posisi Matahari (*rashd al-kiblat*).

BAB III
ULUGH BEG DAN PEMIKIRANNYA TENTANG ALGORITMA
HISAB ARAH KIBLAT DALAM KITAB *ZIJ AL-SULTANI*

A. Biografi Intelektual Ulugh Beg

Nama lengkap Ulugh Beg adalah Mirza Muhammad Taraghay bin Shahrukh Mirza. Ia lahir di Soltamiya pada tanggal 22 Maret 1394 M/797 H dan meninggal pada tanggal 27 Oktober 1449 M/855 H di Samarkand, Uzbekistan¹. Nama itu sesungguhnya bukan nama asli pribadinya, tetapi nama panggilan yang berarti penguasa agung atau yang dalam bahasa Persia disebut dengan *Amīr-e-Kabīr*. Ia menguasai Uzbekistan, Tajikistan, Turkmenistan, Kyrgystan dan sebagian besar Afghanistan dari 1411 M sampai dengan 1449 M.

Ulugh Beg adalah cucu dari penakluk besar Timurlenk (1336 M-1405 M) dan anak tertua Shahrukh, yang keduanya berasal dari suku Barlas Turki yang berasal dari Transoksania (sekarang Uzbekistan). Ibunya adalah seorang wanita bangsawan yang bernama Goharshad, puteri dari Ghiyathuddin Tarhan dari bangsawan Turki. Ulugh Beg lahir di Soltamiya pada masa invasi Timur. Sebagai anak muda, ia melakukan perjalanan melewati wilayah Timur Tengah dan India seiring dengan meluasnya penaklukan kakeknya di wilayah itu. Setelah kematian Timur dan ayah Ulugh Beg naik tahta ia menguasai sebagian besar wilayah kerajaan Timur,

¹ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2005, hlm. 159.

ia tinggal di Samarkand, yang telah menjadi Ibukota Timur. Setelah Shahrukh memindahkan Ibukotanya ke Herat (Afghanistan sekarang), Ulugh Beg yang masih berusia 16 tahun menjadi Gubernur di Samarkand pada tahun 1409 M. Pada tahun 1411 M, ia menjadi penguasa yang berdaulat untuk seluruh kerajaan Transoksania (*Bilad Ma Waraa al-Nahr*).

Pada 1409, Shahrukh memutuskan untuk menjadikan Herat di Khorasan (sekarang di Afghanistan Barat) sebagai ibukota barunya. Shahrukh memerintah di sana menjadikannya pusat perdagangan dan budaya. Dia mendirikan perpustakaan di sana dan menjadi pelindung seni. Namun Shahrukh tidak melepaskan Samarkand, melainkan dia memutuskan untuk memberikannya kepada putranya, Ulugh Beg, yang lebih tertarik untuk menjadikan kota ini sebagai pusat budaya daripada di bidang politik atau penaklukan militer. Meskipun Ulugh Beg baru berusia enam belas tahun ketika ayahnya mengendalikan Samarkand, ia menjadi wakil ayahnya dan menjadi penguasa wilayah *Mawaraunnahr*².

Pada 1411, Ulugh Beg telah mengembangkan minat yang kuat dalam matematika dan astronomi, yang mungkin telah dibangkitkan oleh kunjungan di masa kecilnya ke sisa-sisa Observatorium Maragha yang telah diarahkan oleh Susi. Pada 1417 M, ia mendirikan di Samarkand sebuah madrasah (sekolah agama atau perguruan tinggi) yang masih bisa dilihat di Lapangan Registan. Di lembaga ini, tidak seperti madrasah lain, matematika

² M.Th. Houtsma, A. J. Wensinck, dkk., "Ulugh Beg", *First Encyclopaedia of Islam 1913-1936*, Vol. VIII, Ta'if – Zurkhana, Leiden: E.J. Brill's, 1987, 995.

dan astronomi adalah mata pelajaran terpenting yang diajarkan. Guru yang paling menonjol adalah Qadizada al-Rumy, yang baru saja bergabung dengan Kushy. Dua surat yang masih ada oleh Kushy kepada ayahnya di Kashan memperjelas bahwa Ulugh Beg secara pribadi terlibat dalam pengangkatan para sarjana dan bahwa ia sering hadir, dan secara aktif berpartisipasi, dalam seminar, di mana ia menampilkan pengetahuan yang baik tentang topik matematika dan astronomi.

Kushy menceritakan bagaimana Ulugh Beg melakukan perhitungan astronomi yang rumit saat menunggang kuda. Anekdote dari sumber lain menunjukkan bahwa Ulugh Beg, seperti banyak penguasa Muslim lainnya, percaya pada astrologi dan peramalan nasib. Dia muncul sebagai orang yang sangat menghormati para ulama yang ditunjuknya, dan yang tujuan utamanya adalah untuk mencapai kebenaran ilmiah³.

Pada tahun 1420 M, Ulugh Beg mendirikan observatorium astronomisnya yang terkenal di sebuah bukit berbatu di luar kota Samarkand. Bangunan utamanya yang bundar, didekorasi dengan indah dengan ubin berlapis kaca dan piring marmer, memiliki diameter sekitar 46 m dan tiga lantai mencapai ketinggian sekitar 30 m di atas permukaan tanah. Sumbu utara-selatan bangunan utama ditempati oleh sextan besar dengan radius 40 m (disebut sextan Fakhri setelah Khujandi). Pada skala instrumen ini, yang sebagian terletak di celah bawah tanah dengan lebar setengah

³ Thomas Kockey (ed), *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*, New York : Springer Science+Business Media, LLC, 2007, hlm. 1158.

meter, 70 cm sesuai dengan 1° busur, sehingga posisi matahari dapat dibaca dengan presisi 5". Di atap datar bangunan utama berbagai instrumen yang lebih kecil dapat ditempatkan, seperti bola armillary, penguasa parallactic, dan triquetrum. Di antara instrumen lain yang diketahui telah digunakan di Samarkand adalah astrolab, kuadran, dan instrumen sinus dan instrumen kuno.

Penguasa yang masih muda itu mulai mengubah kota itu menjadi pusat intelektual untuk seluruh kerajaan. Antara 1417 M dan 1420 M, ia membangun sebuah madrasah di Registan Square di Samarkand, dan ia mengundang banyak pakar astronomi dan ahli matematika untuk belajar di sana. Madrasah itu sampai saat ini masih berdiri. Murid Ulugh Beg yang paling masyhur adalah Ali ibn Muhammad al-Qashji (wafat pada tahun 1474 M). Ia juga dikenal ahli dalam bidang kedokteran sekaligus seorang penyair. Ia banyak berdebat dengan penyair-penyair lain tentang isu-isu sosial pada zamannya. Ia juga suka berdiskusi tentang bentuk syair bahribayt, di kalangan penyair-penyair lokal.

Selain dikenal sebagai seorang sultan, Ulugh Beg juga dikenal sebagai pakar astronomi dan ahli matematika. Ia membangun sebuah observatorium yang terkenal yang dirancang oleh Ali ibn Muhammad al-Qashji dan Jawhar Sad. Ia mengembangkan teori yang berhubungan dengan astronomi seperti trigonometri dan *spherical geometry*⁴. Ia membangun

⁴ *Spherical geometry* atau bisa disebut dengan Geometri Bola adalah Geometri permukaan dua dimensi bola. Ini merupakan contoh Geometri yang bukan Euclidean. Dua aplikasi praktis dari prinsip-prinsip Geometri bola adalah navigasi dan astronomi. https://en.m.wikipedia.org/wiki/spherical_geometry.

observatorium di Samarkand antara 1424 M dan 1429 M. Bangunan itu dipandang sebagai salah satu observatorium terbagus di dunia Islam pada saat itu dan paling besar di Asia Tengah. Ia membangun madrasah Ulugh Beg (1417 M-1420 M) di Samarkand dan Bukhara, serta mengembangkan dua kota itu menjadi pusat budaya dan pendidikan.

Ulugh Beg berhasil membangun observatorium di Samarkand. Sejatinya observatorium pertama di dunia dibangun astronom Yunani bernama Hipparcus (150 SM). Namun dimata ahli astronomi Muslim abad pertengahan, konsep observatorium yang dilahirkan Hipparcus itu jauh dari memadai. Sebagai ajang pembuktian, para sarjana Muslim pun membangun observatorium yang lebih modern pada zamannya⁵.

Ahli astronom Barat, Kevin Krisciunas dalam tulisannya berjudul *The Legacy of Ulugh Beg* mengungkapkan, observatorium termegah yang dibangun oleh sarjana Muslim adalah Ulugh Beg. Observatorium itu dibangun seorang penguasa keturunan Mongol yang bertahta di Samarkand bernama Mohammad Tharagay Ulugh Beg. Dia adalah seorang pejabat yang menaruh perhatian terhadap astronomi.

Selaku seorang bangsawan Ulugh Beg diberi kekuasaan sebagai raja muda di Turkestan. Jabatan ini memungkinkan dia mendirikan observatorium, madrasah serta lembaga-lembaga pendidikan di Samarkand. Observatorium yang di bangun merupakan observatorium yang tidak ada

⁵ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak (Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta)*, Banyuwangi : Bismillah Publisher, 2012, hlm. 267-268

tandingannya, baik dari segi kecanggihannya maupun dari segi ukurannya. Bangunan observatorium ini terdiri dari tiga lantai dengan tinggi 120 kaki (36 meter) dan berdiameter 250 kaki (75 meter). Ulugh Beg mempekerjakan beberapa astronom yang paling terkemuka di observatoriumnya.⁶

Minat khususnya terfokus pada astronomi, dan pada 1428 M ia mendirikan observatorium, yang bernama Gurkhani Zij. Untuk mengatasi keterbatasan teleskop untuk berkerja, ia meningkatkan akurasi dengan menambah panjang dari sextant nya. Sextant Fakhri⁷ memiliki radius sekitar 36 meter (118 kaki) dan separabilitas optik 180" (*seconds of arc*).

Ulugh Beg mengangkat Al-Kudsi sebagai direktur observatorium, kemudian al-Kushy dan Qadizada sebagai asisten. Observatorium ini memiliki instrumen-instrumen astronomi yang terbaik dan paling akurat pada masanya, diantaranya adalah Sextan Fakhri yang terbuat dari pualam⁸ untuk menentukan inklinasi Gerhana Matahari pada Khatulistiwa, titik vernal Equinox, panjangnya tahun tropis dan konstanta astronomis lainnya. Observatorium ini memiliki *Rubu'* (kwadran) sedemikian besar sehingga harus dasarnya saja berada di *Basement*. Instrumen lainnya adalah sebuah *armillary sphere*. Keberadaan observatorium ini menjadikan Samarkand sebagai pusat astronomi terkemuka⁹.

⁶ *Ibid.*, hlm. 268-269.

⁷ Sextant untuk pengamatan astronomi adalah perangkat yang menggambarkan seperenam lingkaran. Yang digunakan terutama untuk mengukur posisi bintang, [https://en.m.wikipedia.org/wiki/sextant_\(astronomical\)](https://en.m.wikipedia.org/wiki/sextant_(astronomical)).

⁸ Pualam, KBBI : berarti Batu atau sejenis marmer

⁹ Slamet Hambali, *Pengantar ...*, hlm. 269.

Di sisi lain, kita dapat belajar tentang alat-alat, yang digunakan di *Samarkand Observatory*, dari sebuah buku tentang alat-alat pengamatan astronomi yang ditulis oleh al-Kushy pada tahun 1416 M, sebelum kedatangannya ke Samarkand. Menurut buku itu, terutama didasarkan pada peralatan di observatorium Maragha, instrumen-instrumen astronomi yang terletak di observatorium adalah sebagai berikut¹⁰ :

- a. Triquetum, atau instrumen paralaks
- b. Bola armillary
- c. Cincin ekuinoksial
- d. Cincin ganda
- e. The Fakhri Sextant
- f. Instrumen ketinggian-azimuth
- g. Instrumen yang memiliki dan berpengalaman sinus
- h. Bola armillary kecil

Para ahli seperti Giyast al-din Jamshid al-Kushy, Qadizada ar-Rumy dan Ali ibn Muhammad al-Qashji terlibat dalam pengamatan astronomi dengan Ulugh Beg di Observatorium Samarkand selama sepuluh tahun. Observatorium ini runtuh karena alasan yang tidak diketahui, pada tahun-tahun berikutnya kematian Ulugh Beg dan berabad-abad kemudian ditemukan oleh penggalian arkeolog Rusia Vjatkin pada tahun 1908 M. Observatorium, Vjatkin mendapatkan kesempatan untuk melihat, dalam

¹⁰Kennedy, E. S. (1961). Al-Kāshī's Treatise on Astronomical Observational Instruments. *Journal of Near Eastern Studies*, 20 (2), pp. 98-108, hlm. 104-107.

perjalanan Samarkand dia pada tahun 2011, memiliki sextant (busur meridian), diukir menjadi batu besar, radiusnya mencapai 40 meter. Faktanya, sextant ini merupakan pusat utama Observatorium. Oleh karena itu, rencana observatorium harus dibentuk sesuai dengan instrumen astronomi itu, yang disebut Fakhri Sextant.

Pada tahun 1437 M, Ulugh Beg menerbitkan katalog dan tabel-tabel bintang yang berjudul "*Zij-i- Djadid Sultani*". Tabelnya sedemikian lengkap dan memuat 992 posisi dan orbit bintang. Dalam katalog tersebut termuat tabel-tabel bintang baru yang ditemukan dari hasil pengamatannya. Tabel yang disusunnya masi dianggap akurat hingga sekarang, terutama tabel gerakan tahunan dari lima bintang terang yaitu Zuhal (Saturnus), Mustary (Jupiter), Mirikh (Mars), Juhal (Venus) dan Attorid (Markurius). Dia mengoreksi pendapat Ptolomeus atas magnitudo bintang-bintang. Dia banyak menemukan kesalahan pada perhitungan Ptolomeus mengenai perhitungan, posisi bintang tetap dan arah perjalanan bintang. Ulugh Beg melakukan perhitungan terhadap waktu dan hasil perhitungannya bahwa satu tahun adalah 365 hari, 5 jam, 49 menit dan 15 detik, merupakan suatu nilai yang cukup akurat¹¹.

Karya Ulugh Beg yang paling banyak dipelajari adalah *Zij*-nya, dipahami sebagai karya selama satu Dekade. Ulugh Beg memberikan pengukuran sekitar 1000 bintang di *Zij*, selesai setelah 1444 M dan mungkin pada 1449 M. Ulugh Beg *Zij* bekerja dengan perbandingan dengan *Zij*

¹¹ Slamet Hambali, *Pengantar ...*, hlm. 270.

Ptolemeus dari Aleksandria (abad ke-2 M), dan al-Sufi, sarjana Iran (abad ke-10 M). *Zij* sangat terkenal di Eropa pada abad-abad berikutnya dan diterjemahkan ke dalam bahasa Latin pada abad ke-17, ke dalam abad ke-19 Prancis, dan ke dalam bahasa Inggris pada tahun 1917.¹²

Ulugh Beg memberikan informasi bahwa *Zij* tidak bisa diselesaikan pada periode itu dan pekerjaan pengukuran astronomi untuk *Zij* diberikan kepada Ali Qashji melalui aliansi. Ulugh Beg mohon juga menyebutkan Ali Qashji sebagai putra Jamshid dan menggarisbawahi pembelajarannya tentang banyak sekali ilmu pengetahuan penting dalam waktu yang sangat singkat. Ulugh Beg ingin memberikan referensi kepada penguasa astronom legendaris Iran Jamshid dan Giyast al-Din Jamshid al-Kushy untuk identifikasi Ali Qashji, dalam kalimat yang sama.¹³

Dari informasi yang diberikan oleh al-Kushy, minat Ulugh Beg dalam teori puisi dan musik juga terlihat. Menggarisbawahi ingatan luarbiasa penguasa bijak itu, al-Kushy mencatat bahwa Sultan dapat melafalkan beberapa puisi Zahir Faryabi dari hati dan dia memiliki kompetensi dalam ilmu musik, yang berhubungan atau melibatkan matematika¹⁴.

¹² "Ulugh Beg" Translated by: John Greaves, Chorasmae, Oxford University Press, London 1655 pp. 67-268.

¹³Te'arribu Z'ici Uluğ Beğ. (1607 and 1721). National Library and Archives of Egypt. Hlm. 3.

¹⁴ Kennedy, E. S. (1960). A Letter of Jamshid al-Kāshi to His Father: Scientific Research and Personalities at a Fifteenth Century Court. *Orientalia*. 29 (2) pp. 191-213. hlm. 193.

Sayangnya, identitas Ulugh Beg tentang penguasa bijak dan kontribusinya yang besar bagi astronomi dan matematika belum terlihat cukup menarik di dunia Sains. Sebagian besar karya di *Zij*-nya, tidak berdasarkan analisis komparatif dan sangat mungkin, telah digunakan versi Persia *Zij*¹⁵ dan diterjemahkan dari versi itu ke bahasa lain. Namun, bahasa ilmiah dari era Ulugh Beg dikenal sebagai bahasa Arab. Memang, beberapa cendekiawan besar seperti al-Khwarizmi, al-Farabi, al-Biruni dan Ibn Sina, berbagi budaya dan geografi yang sama dengan Ulugh Beg, menulis semua karya mereka dalam bahasa Arab. Karena itu, ada kemungkinan bahwa *Zij* Ulugh Beg ditulis juga dalam bahasa Arab. Sebagai perbandingan di antara salinan *Zij* terjemahan Arab, yang disebutkan di atas, salinan Persia di British Museum, tertanggal 1864 M, salinan Persia-Latin, diterbitkan di London pada 1655 M, dan salinan bahasa Inggris, yang diterbitkan di Washington pada tahun 1917 M, orang dapat menyadari bahwa ada beberapa bagian yang hilang, misalnya bagian besar dan penting dari pengantar salinan Arab, dalam versi Persia.

Akibatnya, atmosfer ilmiah di Samarkand yang diciptakan Ulugh Beg masih menakjubkan dan menginspirasi, bahkan setelah enam abad. Jika seseorang menganggap bahwa populasi Istanbul sekitar 100.000 pada tahun 1477 M¹⁶, 10.000 siswa dari beberapa ilmu di Samarkand adalah fenomena yang tidak biasa dalam kondisi abad ke-15 ini.

¹⁵ "Ulugh Beg" Translated by: John Greaves, Chorasmae, Oxford University Press, London 1655 pp. 67-268.

¹⁶ Oz, M. (2017). "1455 Tahriri ve İstanbul'un İskân Tarihi Bakımından Önemi", Osmanlı İstanbulu, İstanbul: 29 Mayıs Üniv. Yay. pp. 107-125, hlm. 115.

Observatorium Ulugh Beg tetap beroperasi selama lebih dari 30 tahun. Akhirnya dihancurkan pada abad ke-16 dan sepenuhnya ditutupi oleh bumi dalam perjalanan waktu. Pada tahun 1908 M, arkeolog V. L. Vyatkin memulihkan bagian bawah tanah dari sextan Fakhri, yang terdiri dari dua dinding paralel yang berhadapan dengan marmer dan bagian dari skala antara 80° dan 57° ketinggian matahari. Observatorium Ulugh Beg memberikan pengaruh besar pada instrumen batu besar yang dibangun oleh Jai Singh di lima kota di India (yang paling penting Jaipur dan Delhi) pada abad ke-18, lebih dari 100 tahun setelah penemuan teleskop¹⁷.

Pekerjaan utama yang terkait dengan Ulugh Beg adalah buku pegangan astronomi dengan tabel-tabel dalam bahasa Persia, dengan berbagai cara disebut *Zij-i Ulugh Beg*, *Zij-i Jadid-i Sultani*, atau *Zij-i Gurgani*. Dalam pendahuluan, Ulugh Beg mengakui kolaborasi Qadizada, Kushy, dan Qashji, yang tidak diragukan lagi bertanggung jawab atas pengamatan yang mendasari serta perhitungan tabel. *Zij* dalam banyak hal merupakan karya Ptolemeus standar tanpa penyesuaian model planet. Ini terdiri dari empat bab berurusan dengan kronologi, trigonometri dan astronomi bola, posisi planet, dan astrologi, masing-masing. Instruksi penggunaan tabel, yang diedit dan diterjemahkan ke dalam bahasa Prancis

¹⁷ Thomas Kockey (ed), *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*, New York : Springer Science+Business Media, LLC, 2007, hlm. 1158.

oleh L. Sedillot pada pertengahan abad ke-19, jelas tetapi sangat singkat dan bahkan tidak termasuk contoh dari berbagai perhitungan¹⁸.

Dengan demikian, bagian terpenting dari *Zij* karya Ulugh Beg terletak pada pengamatan dan perhitungan yang mendasari tabel. Yang paling mengesankan, tabel sinus, yang mencakup 18 halaman dalam salinan naskah, menampilkan sinus hingga lima tempat seksagesimal (sesuai dengan sembilan desimal) untuk setiap menit lengkung dari 0° hingga 87° dan ke enam tempat sexagesimal (11 desimal) antara 87° dan 90° . Semua nilai yang dihitung secara independen untuk kelipatan $5'$ adalah benar untuk presisi yang diberikan, sedangkan nilai-nilai menengah, dihitung dengan cara interpolasi kuadrat, mengandung kesalahan insidental paling banyak dua unit. Juga sebagian besar tabel planet di *Zij* dihitung dengan presisi yang lebih tinggi dari sebelumnya. Jenis tabel baru ditambahkan yang menyederhanakan perhitungan posisi planet. Katalog bintang Ulugh Beg untuk tahun 1437 M merupakan satu-satunya pengamatan skala besar dari koordinat bintang yang dibuat di ranah Islam pada periode abad pertengahan. (Sebagian besar katalog lainnya hanya menyesuaikan koordinat ekliptika Ptolemeus untuk presesi atau terbatas pada jumlah bintang yang relatif kecil.) *Zij* Ulugh Beg sangat berpengaruh dan terus digunakan di dunia Islam hingga abad ke-19. Segera diterjemahkan ke

¹⁸ Thomas Kockey (ed), *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*, New York : Springer Science+Business Media, LLC, 2007, hlm. 1158.

dalam bahasa Arab oleh Yahya ibn Ali al-Rifa'i dan ke dalam bahasa Turki oleh Abd al-Rahman Uthman¹⁹.

Pengerjaan ulang untuk berbagai lokalitas dilakukan dalam bahasa Persia, Arab, dan Ibrani oleh para sarjana seperti Mimad al-Din ibn Jamal al-Bukhari (Bukhara), Ibn Abi-Fath al-sufi (Kairo), Mulla Chah ibn Baha al-Din dan Farid al-Din al-Dihlawi (keduanya Delhi), dan Sanjaq Dar dan Husayn Qus'a (Tunis). Komentar untuk *Zij* ditulis oleh Qashji, Miram Chelebi, Birjandi, dan banyak lainnya. Ratusan salinan manuskrip asli Persia dari *Zij* Ulugh Beg masih ada di perpustakaan di seluruh dunia. Sudah di Inggris abad ke-17, berbagai bagian *Zij* diterbitkan dalam edisi dan/atau terjemahan. Sedikit yang diketahui tentang karya-karya Ulugh Beg lainnya. Sebuah catatan pinggir olehnya dalam naskah Kantor India dari Khaqani *Zij* Kushy menyajikan peningkatan yang cerdas dari perhitungan astronomi bola. *Risala fi istikhraj jayb daraja wahida* (Risalah tentang ekstraksi sinus 1°) telah dikaitkan dengan Ulugh Beg atas dasar kutipan di Bjrjandi, meskipun sebagian besar naskah karya ini menyebutkan Qadizada sebagai penulis. Perpustakaan Universitas Muslim Aligarh mencantumkan risalah *Risalayi Ulugh Beg* yang belum diperiksa. Akhirnya, astrolab sekarang diawetkan di Kopenhagen dan dibuat pada 1426 M/1427 M oleh

¹⁹ Thomas Kockey (ed), *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*, New York : Springer Science+Business Media, LLC, 2007, hlm. 1158.

Muhammad ibn Ja'far al-Kirmani, yang diketahui telah bekerja di observatorium di Samarkand, awalnya didedikasikan untuk Ulugh Beg²⁰.

Sepeninggal Timur, putera-puteranya dan cucu-cucunya sesuai dengan prinsip Mongol, beberapa gubernur dari kerajaannya, menjadi independen, tetapi puteranya yang keempat, Shahrukh, gubernur Khurasan, segera diakui paling menonjol, yang kemudian, Shahrukh menguasai sebagian besar wilayah dari kerajaan Timur. Shahrukh sendiri tetap tinggal di Herat dan menguasai bagian besar Iran secara langsung. Puteranya Ulugh Beg diposisikan sebagai penguasa di Samarkand dan lembah Zarafshan. Shahrukh sebagai muslim yang saleh tampaknya menikmati hubungan yang baik dengan para ulama. Ia sendiri menjadi pelukis dan penyair. Puteranya yang lain, Baysungqur, juga dikenal sebagai pelukis, tetapi khususnya dikenal sebagai patron penjiilidan buku di istananya. Shahrukh sendiri mendukung seni dan sastra, dan khususnya mendorong penulisan sejarah, menerbitkan buku sejarah dunia tulisan Hafiz Abru yang dikembangkan menjadi sejarah dunia yang berasal dari Rashid al-Din dan juga buku geografinya. Pada bagian akhir dari kekuasaannya hanya ada sedikit pemberontakan dan ia berhasil mempercantik kota Herat²¹.

Sepeninggal Shahrukh pada 1447 M, kerajaan Timur tidak lagi bisa dipersatukan. Ulugh Beg tidak bertahan lama menghadapi intrik yang menggoyanginya di Samarkand. Puteranya sendiri memberontak dan

²⁰ Thomas Kockey (ed), *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*, New York : Springer Science+Business Media, LLC, 2007, hlm. 1158.

²¹ P.J Bearman, T.H. Bianquis, dkk, *The Encyclopaedia of Islam New Edition*, Vol. X T-U, Leiden: Brill, 2000, hlm. 812-813.

memprovokasi pembunuhannya. Kemudian puteranya ini terbunuh juga setelah berkuasa selama enam bulan.

Ulugh Beg memang melakukan kegagalan dalam urusan yang lebih duniawi. Pada kematian ayahnya pada tahun 1447 M ia tidak dapat mengkonsolidasikan kekuatannya, meskipun ia adalah putra tunggal Shahrukh yang masih hidup. Pangeran Timurid lainnya mendapat untung dari kurangnya tindakannya, dan dia dihukum mati atas dorongan putranya, ‘Abd al-Latif.²²

Ulugh beg dibunuh oleh pembunuh bayaran atas suruhan putranya (‘Abdul Latief) pada tanggal 27 Oktober 1449 M/853 H. Akhirnya selama wafat Ulugh Beg observatorium Samarkand itu tidak terurus dan pada akhirnya bangunannya runtuh. Reruntuhannya baru diketemukan lagi pada tahun 1908 M/1326 H oleh arkeolog V.L Vyatkin.²³

Sepeninggal Ulugh Beg, kekuasaan diambil oleh Khwaja Asrar (1490-1504), seorang tokoh tarekat Naqshabandīah yang meninggalkan gaya hidup kelas atas dan memiliki pengaruh kuat atas tentara dan massa. Kekuasaannya berpusat di Herat yang juga menjadi pusat kebudayaan Islam.²⁴

²²<https://www.britannica.com/biography/Ulugh-Beg>, di akses pada hari Sabtu 7 September 2019, pukul : 17.00 WIB.

²³ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2005, hlm. 160.

²⁴ *Tradisi Intelektual Muslim Uzbekistan*, editor : Ahmad Nur Fuad, Surabaya : UIN Sunan Ampel Press, 2017, hlm. 19.

B. Gambaran Umum Tentang Kitab *Zij al-Sultani*

Zij merupakan kata yang berasal dari bahasa Sansekerta, yang masuk ke bahasa Arab dan Persia melalui bahasa Pahlavi, yang berarti tabel astronomi. Tapi sebenarnya kebanyakan *Zij* tidak hanya memuat tabel, juga membahas teori astronomi, bab tentang kronologi, penjelasan luas hal astronomi matematis dan subyek lain yang berhubungan. *Zij* yang merupakan satu bagian penting literatur ilmu falak, biasanya dinamakan menurut penyusunnya, atau penunjang atau juga kota, tempat ia disusun, walaupun sering pula digunakan cara penamaan yang lain²⁵.

Penulis meneliti tentang kitab *Zij al-Sultani*, *Zij* ini adalah tabel astronomi *Zij* dan katalog bintang yang diterbitkan oleh Ulugh Beg pada tahun 1438-1439 M. Itu adalah produk gabungan dari karya sekelompok astronom Muslim yang bekerja di bawah perlindungan Ulugh Beg di *Samarkand's Ulugh Beg Observatory*. Para astronom ini termasuk Jamshid al-Kushy dan Ali Qashji.

Zij al-Sultani umumnya dianggap sebagai rujukan katalog bintang paling akurat dan luas hingga saat itu, melampaui pendahulunya, termasuk karya Ptolemy, Buku Bintang Tetap Abd al-Rahman al-Sufi, dan *Zij observatorium Maragheh -I Ilkhani*. Itu tidak melampaui sampai karya Taqi al-Din dan Tycho Brahe pada abad ke-16.²⁶

²⁵ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2005, hlm. 177.

²⁶ E.S. Kennedy, *A Survey of Islamic Astronomical Tables*, Transactions of the American Philosophical Society, (1956) 46(2), pp. 3-4, 44-5.

Ia mengumpulkan *Zij al-Sultani* pada 1437 M dari 992 bintang dalam buku yang umumnya dipandang sebagai katalog bintang terbesar dibanding milik Ptolemy dan Brahe, suatu karya yang sejajar dengan buku Lima Bintang karya Abd al-Rahman al-Sufi. Kesalahan serius yang dia dapatkan dalam katalog bintang Arab sebelumnya (banyak yang semata-mata meng-update karya Ptolemy, menambahkan efek presisi untuk longitudes) membuatnya ia harus menentukan kembali posisi dari 992 bintang yang fixed, yang kepadanya ditambahkan 27 bintang, dari katalog Abd al-Rahman al-Sufi dari tahun 964, yang terlalu jauh ke selatan untuk diobservasi dari Samarkand. Katalog ini, salah satu yang paling orisinil dari Abad Pertengahan. Inovasi ini pertama kali diedit dan diteliti oleh Thomas Hyde di Oxford pada 1665 di bawah judul *Tabulae Longitudinis et Latitudinis Stellarum Fixarum ex Observatione Ulugh beighi* dan dicetak kembali pada 1767 oleh G. Sharpe. Edisi yang lebih baru dikerjakan oleh Francis Baily pada 1843 dalam vol. xiii dari *Memoirs of the Royal Astronomical Society* dan oleh Edward Ball Knobel di *Ulugh Beg's Catalogue of Stars*, hasil revisi dari semua manuskrip Persia yang ada di Inggris, dengan *vocabulary* yang berasal dari perbendaharaan kata Persia dan Arab (1917).

Kesalahan serius yang ditemukan Ulugh Beg dalam katalog bintang *Zij* sebelumnya (banyak yang sebelumnya hanyalah pembaruan pada karya Ptolemy, menambahkan efek presesi pada garis bujur) mendorongnya untuk menetapkan kembali posisi 992 bintang tetap, yang ditambahkannya 27

bintang dari Book of Fixed Stars (964) al-Sufi, yang terlalu jauh ke selatan untuk pengamatan dari Samarkand. Katalog ini, salah satu yang paling asli dari Abad Pertengahan, diedit oleh Thomas Hyde di Oxford pada tahun 1665 M dengan judul *Tabula longitudinis et latitudinis stellarum fixarum ex observe Ulugbeighi*, oleh G. Sharpe pada 1767 M, dan pada 1843 M oleh Francis Baily in vol . xiii. dari *Memoirs of Royal Astronomical Society*.

Pada tahun 1437 M, Ulugh Beg menentukan panjang tahun sidereal sebagai 365,2570370...Hari = 365 Hari 6 Jam 10 Menit 8 Detik (kesalahan + 58 Detik). Dalam pengukurannya selama bertahun-tahun ia menggunakan gnomon setinggi 50 m. Nilai ini meningkat 28 detik, 88 tahun kemudian pada 1525 M oleh Nicolaus Copernicus (1473-1543), yang mengajukan banding ke estimasi Thabit ibn Qurra (826-901), yang akurat untuk + 2s. Namun, Ulugh Beg kemudian mengukur nilai lain yang lebih tepat sebagai 365 hari, 5 jam, 49 menit dan 15 detik, yang memiliki kesalahan +25s, membuatnya lebih akurat daripada perkiraan Copernicus yang memiliki kesalahan +30s. Ulugh Beg juga menentukan kemiringan aksial Bumi sebagai 23; 30,17 derajat dalam notasi sexagesimal, yang dalam notasi desimal dikonversi menjadi 23,5047 derajat²⁷.

Kitab *Zij al-Sultani* merupakan karya Ulugh Beg, yang mana pada awalnya kitab ini ditulis dalam bahasa Persia : زيج سلطاني yang diterbitkan pada tahun 1439 M / 845 H. Kemudian kitab ini selesai diterjemahkan ke

²⁷ L.P.E.A. Sédillot, *Prolégomènes des tables astronomiques d'OlougBeg: Traduction et commentaire* (Paris: Firmin Didot Frères, 1853), pp. 87 & 253.

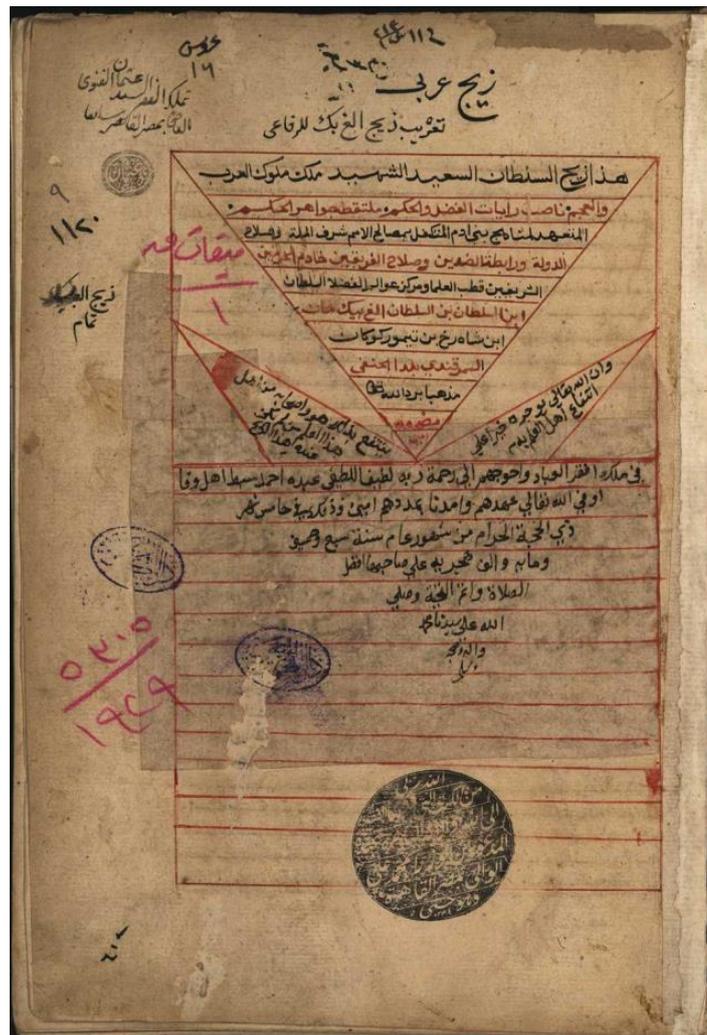
dalam Bahasa Arab pada hari Jum'at tanggal 28 Rajab tahun 1116 H, berarti selang waktu sekitar 271 tahun Hijriyah kitab ini baru diterjemahkan kedalam Bahasa Arab yang mulanya dari bahasa Persia oleh Qhadi Hasan²⁸.

Sebenarnya ada macam-macam *Zij* pada masanya, akan tetapi *Zij al-Sultani* karya Ulugh Beg lah yang paling terkenal, sehingga banyak orang yang berniat untuk merangkum kitab ini. Dalam penelitian yang penulis teliti ini adalah kitab *Zij al-Sultani* karya Ulugh Beg yang sudah di terjemahkan kedalam bahasa Arab yang di terjemahkan setelah 271 tahun selihanya ketika kitab aslinya sudah diterbitkan. Penulis meneliti kitab ini dengan sebenar-benarnya tanpa merubah isi kitab ini serta tidak ada penambahan ataupun pengurangan isi dari kitab ini.

Orang-orang yang menulis bersama dengan Ulugh Beg dalam kitab *Zij al-Sultani* ini ada 3 orang, yaitu Qadızada ar-Rumi, Ghiyas ad-din Jamsyid al-Kushy, dan anaknya Jamsyid al-Kashy yaitu Ali bin Muhammad al-Qashji²⁹.

²⁸ Ulugh Beg, *Jiz al-Sultani (Manuskrip)*, diterjemahkan dari bahasa Persia ke Bahasa Arab oleh Qhadi Hasan, 1168 M/1116 H, hlm. 1.

²⁹ *Ibid.*, hlm. 2.



Gambar 0.1.: Halaman depan Kitab Zij al-Sultani.³⁰

Kitab ini di dalamnya memuat 4 pembahasan atau pembagian yang mana pembagian tersebut sebagai berikut :

- 1) Pembagian pertama membahas tentang sistem penangalan, pada pembagian ini memuat 1 muqodimah dan terdapat 7 bab di dalamnya. Bagian muqodimah : pada bagian ini membahas tentang apa itu sistem

³⁰ Sumber diambil dari Sreensoot kitab *Jiz al-Sultani*, PDF.

penanggalan, tahun dan bulan, tentang siang dan malam, serta memuat tentang tahun hakiki dan tahun najmi³¹.

Bab 1 : membahas tentang sistem penanggalan Arab³².

Bab 2 : membahas tentang sistem penanggalan Romawi³³.

Bab 3 : membahas tentang sistem penanggalan Persia.

Bab 4 : membahas tentang konversi beberapa sistem penanggalan Arab, Romawi dan Persi.³⁴

Bab 5 : membahas tentang sistem penanggalan Mulki.³⁵

Bab 6 : membahas tentang sistem penanggalan yang salah dan keliru³⁶.

Bab 7 : membahas tentang sistem penanggalan Harb³⁷.

2) Pada pembagian ke dua ini membahas tentang waktu terbit bintang. Pada bagian ini terdapat 22 bab yaitu sebagai berikut³⁸ :

Bab 1 : membahas tentang interpolasi

Bab 2 : membahas tentang cara mengetahui sinus³⁹.

Bab 3 : membahas tentang mengetahui Gnomon dan bayang-bayang

Bab 4 : membahas tentang Deklinasi dan kemiringan Zodiak⁴⁰.

Bab 5 : membahas tentang jarak benda langit dari titik Zenit⁴¹.

Bab 6 : membahas tentang titik Zenit dan Nadhir suatu benda langit.

³¹ *Ibid.*, hlm. 3.

³² *Ibid.*, hlm. 4.

³³ *Ibid.*, hlm. 6.

³⁴ *Ibid.*, hlm. 7.

³⁵ *Ibid.*, hlm. 9.

³⁶ *Ibid.*, hlm. 10.

³⁷ *Ibid.*, hlm. 20.

³⁸ *Ibid.*, hlm. 21.

³⁹ *Ibid.*, hlm. 22.

⁴⁰ *Ibid.*, hlm. 23.

⁴¹ *Ibid.*, hlm. 24.

Bab 7 : membahsa tentang garis Khatulistiwa

Bab 8 : membahas tentang Equation of Time⁴².

Bab 9 : membahas tentang titik koordinat tempat⁴³.

Bab 10 : membahas tentang mencari koordinat tempat

Bab 11 : membahas tentang terbitnya bintang⁴⁴.

Bab 12 : membahas tentang terbit dan terbenamnya benda langit di
Khatulistiwa⁴⁵.

Bab 13 : membahas tentang Azimuth dan Tinggi (Koordinat Horizon)

Bab 14: membahas tentang cara untuk mengetahui tinggi dari pada
Azimuth⁴⁶.

Bab 15 : membahas tentang garis tengah siang.

Bab 16 : membahas tentang lintang dan Bujur⁴⁷.

Bab 17 : membahas tentang lebar daerah Rukyah⁴⁸.

Bab 18 : membahas tentang mencari jarak antara dua bintang.

Bab 19 : membahas tentang cara mengetahui arah kiblat dan
kemelencengannya atau kemiringannya⁴⁹.

Bab 20 : membahas tentang mengetahui ketinggian benda langit⁵⁰.

Bab 21 : membahas tentang tinggi dan rendahnya benda langit⁵¹.

⁴² *Ibid.*, hlm. 25.

⁴³ *Ibid.*, hlm. 26.

⁴⁴ *Ibid.*, hlm. 27.

⁴⁵ *Ibid.*, hlm. 28.

⁴⁶ *Ibid.*, hlm. 29.

⁴⁷ *Ibid.*, hlm. 30.

⁴⁸ *Ibid.*, hlm. 31.

⁴⁹ *Ibid.*, hlm. 32.

⁵⁰ *Ibid.*, hlm. 33.

⁵¹ *Ibid.*, hlm. 34.

Bab 22 : membahas tentang jam waktu bintang⁵².

- 3) Pada pembagian ke tiga ini membahas tentang perjalanan benda langit dan lintang bujur suatu benda langit. Pada bagian ini terdapat 13 bab yaitu sebagai berikut⁵³ :

Bab 1 : membahas tentang koreksi untuk *Ba'du baina an-Nayyirain*.

Bab 2: membahas tentang cara mengetahui *Washat* / bujur benda langit⁵⁴

Bab 3 : membahas tentang data benda langit⁵⁵.

Bab 4 : membahas tentang cara mengetahui lintang bulan dan benda langit.

Bab 5 : membahas tentang cara mengetahui jarak matahari dan bulan dari pusat semesta (bumi)⁵⁶.

Bab 6 : membahas tentang kedudukan benda langit

Bab 7 : membahas tentang pembagian planet⁵⁷.

Bab 8 : membahas tentang hubungan antar benda langit⁵⁸.

Bab 9 : membahas tentang Gerhana Bulan⁵⁹.

Bab 10 : membahas tentang Genhana Matahari⁶⁰.

Bab 11 : membahas tentang cara melihat Hilal⁶¹.

Bab 12 : membahas tentang *Taswiyatul buyut*⁶².

⁵² *Ibid.*, hlm. 35.

⁵³ *Ibid.*,

⁵⁴ *Ibid.*, hlm. 36.

⁵⁵ *Ibid.*, hlm. 37.

⁵⁶ *Ibid.*, hlm. 38.

⁵⁷ *Ibid.*, hlm. 39.

⁵⁸ *Ibid.*, hlm. 40.

⁵⁹ *Ibid.*, hlm. 42.

⁶⁰ *Ibid.*, hlm. 44.

⁶¹ *Ibid.*, hlm. 47.

⁶² *Ibid.*, hlm. 48.

Bab 13 : membahas tentang posisi benda langit yang lintang dan bujurnya tetap⁶³.

4) Pada pembagian terakhir atau ke empat ini membahas tentang pembahasan lain terkait persoalan Bintang. Pada bagian ini terdapat 2 bab didalannya yang membahas tentang⁶⁴ :

Bab 1 : membahas tentang lahirnya bintang⁶⁵.

Bab 2 : membahas tentang tanda-tanda tabiat alam⁶⁶.

C. Konsep Pemikiran Ulugh Beg Tentang Hisab Arah Kiblat dalam Kitab *Zij al-Sultani*

Kitab *Zij al-Sultani* ini merupakan karyanya Ulugh Beg yang mana didalam kitab tersebut membahas terkait pemikirannya tentang arah kiblat. Di dalam kitab tersebut terdapat pemikiran Ulugh Beg terkait Arah kiblat adalah pada bagian Bab 19, akan tetapi sebelum membahas terkait arah kiblat pada Bab sebelumnya yaitu Bab 18, Ulugh Beg memberi gambaran tentang Lintang dan Bujur suatu bintang atau cara mencari jarak antar dua bintang.

⁶³ *Ibid.*, hlm. 49.

⁶⁴ *Ibid.*, hlm. 50.

⁶⁵ *Ibid.*

⁶⁶ *Ibid.*, hlm. 54.

النهار ليوم الارتفاع الماخوذ منها انتمر للميل الاول لذلك المقوم ان كانت درجته مخالفة لدرجة
 الارتفاع وان كانت موافقة لدرجة الارتفاع ومخالفة للعرض زده على الارتفاع والحاصل والساق
 تمام عرض البلد **والا** فزد الميل على الارتفاع **وفي** البلد ذات ظل فايرت من اعظم الارتفاعين
 وقد وضعنا جدول الارتفاع والبلد وعرضها والطول اخذناه من جزيير الدارات والله اعلم
الباب السابع عشر في معرفة عرض اقل البروربية حصل ارتفاع العاشر بالطريق
 الذي ذكرناه في الباب العاشر من هذه المقالة **اذا** كان تمام عرض اقل البروربية **ص** فعرض
 اقل البروربية لم يكن موجودا **وان** كان اقل هو موجود **واو** **ط** في استخراج اقسام جيب ارتفاع
 العاشر على جيب ما بين العاشر والطلع او الغارب ايها كان اقرب من خط يخرج لك جيب تمام عرض
 اقل البروربية **ويوجه** **بخر** ضرب جيب تمام ارتفاع العاشر في جيب تمام الميل الاعظم واتقسم
 الحاصل على جيب تمام ميل جزء العاشر يخرج جيب عرض اقل البروربية **وفي** جيب تمام الميل الاول والطلع
 الطالع من خط يحصل لك جيب عرض اقل البروربية وجهته عرض اقل البروربية يكون كل وقت مخالفا
 لجهة ارتفاع العاشر في الشمال والجنوب **ويوجه** **بخر** اقسام جيب عرض البلد على جيب تمام الميل
 الاول للطلع من خط وقوس الخارج في جداول الجيب وسرعة ذلك القوس المحفوظ يخرج المحفوظ مع
 الميل الثاني للجزء الذي على ترسيح الطالع **اذا** كان الميل الثاني في جهة القطب الخفي والاخذ الفضل بينهما
اذا كان الميل في جهة القطب الظاهر والحاصل **ويقي** كان عرض اقل البروربية ويكون مخالفا لجهة
 عرض البلد ان كان الميل الثاني في جهة القطب الظاهر **واذا** على المحفوظ والا يكون موافقا لجهته من
 البلد والله اعلم **الباب الثامن عشر** في استخراج المعدلين كوكبين **اذا** كان الكوكبان
 عدليي العرض هما بين تقويمهما هو البعد **وان** كان لاهدهما عرض والاخر عدلي العرض **او**
 لكل منهما عرض **فكل** من هذه النوعين يمكن ان يكون **ا** اقسام **الاول** ان يكون تقويمهما
 واحد **والثاني** ان يكون ما بين تقويمهما اقل من الربع **والثالث** مساو لنصفه **اما** اقسام النوع
الاول **ففي** القسم **الاول** يكون البعد بقدر العرض **وفي** القسم **الثالث** بقدر ربع الدور **وفي** القسم
 بقدر تمام العرض مع نصف الدور **وفي** القسمين **الباقين** اللذان هما الثاني والرابع **نصرت** جيب
 تمام العرض في جيب التفاضل بين ربع الدور وما بين التقويمين من خط واخذ بالحاصل من جدول
 الجيب قوسه وانقصه من الربع في القسم الثاني وزده على ربع الدور في القسم الرابع يحصل لك بعد
 ما بين الكوكبين **واما** اقسام النوع **الثاني** **ففي** القسم **الاول** **اذا** كان عرضاهما في جهة واحدة
 فالفضل والا فالعجز يكون هو البعد **وفي** القسم **الخامس** مجموع العرضين **اذا** التقيا في جهة تنقصه
 من نصف الدور **وان** كان في جهتين فانقص الفضل من نصف الدور **والباقي** هو البعد
وفي القسم **الثالث** تضرب جيب عرض الكوكب في جيب عرض الاخر من خط واخذ بالحاصل من
 الجيب قوسه **اذا** التقى عرضاهما في جهة انقصه من الربع والا فزده يحصل البعد **وفي**
القسمين **الخبرين** اضرب جيب تمام عرض الكوكب في جيب ما بين تقويمهما من خط واخذ به
 تمام قوسه من جدول الجيب وسمه المحفوظ **الاول** **انتم** جيب عرض هذا الكوكب على جيب

ان يكون مساو للربع ويكون
 ان يكون من الربع والباقي من
 ان يكون من الربع ويكون

Gambar 0.2. : kitab Zij al-Sultani Bab 18⁶⁷

⁶⁷ Sumber diambil dari Sreensoot kitab Jiz al-Sultani, PDF.

Dalam Bab 18 ini Ulugh Beg berpendapat sebagai berikut :

BAB 18

Dalam mencari jarak antara dua bintang⁶⁸

Ketika dua bintang tidak mempunyai lintang maka selisih antara kedua bujurnya adalah al-bu'du (jarak).

Dan jika salah satunya mempunyai lintang dan yang satu tidak mempunyai lintang atau kedua-duanya mempunyai lintang maka kedua cabang ini mungkin sbb:

1. Bagian pertama

Kedua bujurnya satu

2. Bagian kedua

Jari antara kedua bujurnya kurang dari 90°

3. Bagian ke tiga

Jarak antara keduanya 90°

4. Bagian ke empat

Jarak antara ke duanya lebih dari 90° dan kurang dari 180°

5. Bagian ke lima

Jarak antara ke duanya 180° .

Adapun bagian-bagian cabang pertama adalah sebagai berikut :

⁶⁸ Ulugh Beg, *Jiz al-Sultani (Manuskrip)*, diterjemahkan dari bahasa Persia ke Bahasa Arab oleh Qhadi Hasan, 1168 M/1116 H, hlm. 31.

- a. pada bagian pertama jaraknya adalah sama dengan Lintang,
- b. dan pada bagian ke tiga sama dengan 90° ,
- c. dan pada bagian ke lima sama dengan tamannya (Lintang + 180°)
- d. dan pada bagian ke dua dan ke empat ($\text{Cos Lintang} \times (\text{selisih antara } 90^\circ \text{ dengan jarak ke dua bujur})$). Hasilnya dikurangi 90° untuk bagian ke dua dan di tambah 90 pada bagian ke empat.

Adapun bagian-bagian cabang ke dua adalah sebagai berikut:

- e. pada bagian pertama ketika kedua Lintangnya arahnya sama maka selisih kedua Lintangnya, dan jika arahnya beda maka Lintangnya di tambah.
- f. Pada bagian ke lima kedua lintangnya di jumlah jika arahnya sama lalu ($180^\circ - \text{hasilnya}$), dan ketika arahnya beda maka ($180^\circ - \text{selisih lintangnya } 0^\circ$).
- g. Pada bagian ke tiga jika lintangnya arahnya sama ($\text{Sin Lintang A} \times \text{Sin Lintang B}$) kemudian hasilnya ($90^\circ - \text{hasil}$), dan ketika lintangnya beda hasilnya ($+90^\circ$).
- h. Pada bagian kedua dan ke empat ($\text{Cos Lintang} \times \text{Sin selisih Bujur}$) lalu di ambil tamannya yang disebut *al-mahfud awal*, lalu kemudian ($\text{Sin Lintang Bintang} / \text{Sin } al\text{-mahfud awal}$) ini di sebut *al-mahfud tsani*. Ke duanya ini ketika Lintang Bintang arahnya sama.
- i. Dan pada bagian ke empat ketika arah lintangnya berbeda maka *al-mahfud tsani* dikembalikan pada tamannya Lintang Bintang yang lain dan ini disebut *al-mahfud tsallist*.

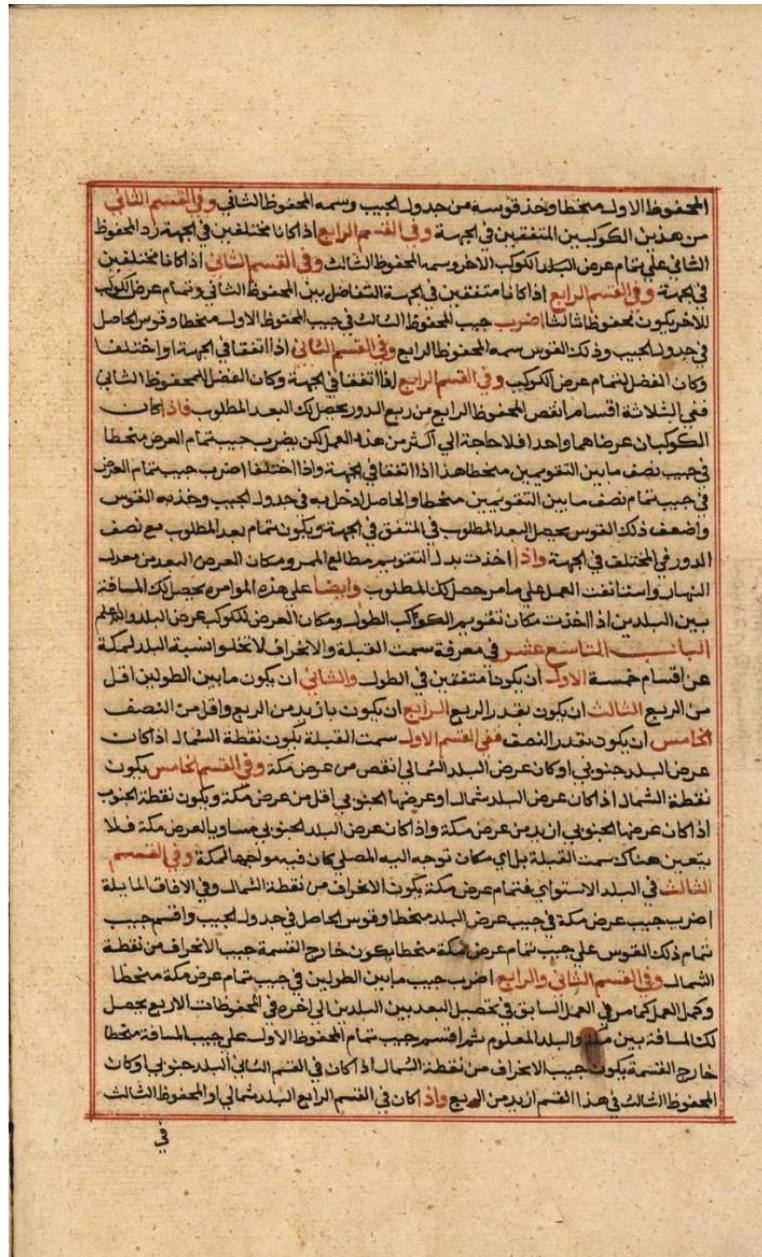
- j. Pada bagian ke dua ketika arah Lintangnya berbeda dan bagian ke empat ketika arah Lintangnya sama, selisih antara *al-mahfud tsani* dengan tamamnya Lintang Bintang B, itu adalah *al-mahfud tsallist*. (Sin *al-mahfud tsallist* x Sin *al-mahfud awal* = *al-mahfud rabi'*).
- k. Dan pada bagian kedua ketika arah lintangnya sama dan ketika arah lintangnya berbeda serta selisih tamamnya lintang dan pada bagian ke empat ketika arahnya sama dan selisih *al-mahfud tsani*, pada ketiga bagian ini *al-mahfud rabi'* di kurangi 90° (*al-bu'du al-mutlaq*).

Jika ke dua lintangnya sama (Cos Lintang x Cos setengah jarak) jika arahnya sama, namun jika arahnya berbeda (Cos Lintang x Cos setengah jarak) hasilnya (x2) dan disebut *al-bu'du al-matlub* arah yang sama) lalu tamamnya *al-bu'du al-muthlub* + 180° (jika arahnya berbeda).

Jika kamu mengganti bujur dengan *assensioirecta* dan mengganti Lintang dengan Deklinasi dengan cara yang sudah disebutkan maka hasilnya sama.

Dan dengan cara ini kamu dapat mencari *al-masafah* atau jarak antara dua daerah ketika kamu menggunakan Bujur Tempat dengan Bujur Bintang dan Lintang Tempat dengan Lintang Bintang.

Adapun terkait pendapat Ulugh Bug yang tercatat dalam kitab *Zij al-Sultani* pada Bab 19 yaitu cara mengetahui arah kiblat dan kemelencengannya/kemiringannya.



Gambar 0.3 : kitab Zij al-Sultani Bab 19.⁶⁹

⁶⁹ Sumber diambil dari Sreensoot kitab Jiz al-Sultani, PDF.

Dalam Bab 19 ini Ulugh Beg berpendapat sebagai berikut :

BAB 19

Mengetahui Arah Kiblat dan Kemelencengannya/Kemiringannya⁷⁰

Antara Bujur Tempat dan Bujur Makkah setidaknya ada lima keadaan :

1. Antara Bujur Tempat dan Bujur Makkah sama
2. Antara keduanya (Bujur Tempat dan Bujur Makkah) itu berjarak kurang dari seperempat (90^0)
3. Jarak antara keduanya seperempat (90^0)
4. Jarak antara keduanya lebih dari seperempat (90^0) atau kurang dari setengah (180^0)
5. Atau jaraknya setengah (180^0).

Dari beberapa keadaan di atas dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Pada bagian pertama (antara Bujur Tempat dan Bujur Makkah sama) ketika Bujur Tempat dan Bujur Makkah sama, maka arah kiblatnya menghadap ke Utara jika Lintang Tempat tersebut Selatan, atau Lintangnya Utara namun lebih kecil dari Lintang Makkah.
- Pada bagian ke lima (jaraknya setengah (180^0)), arah kiblat mengarah ke Utara jika Lintang Tempat Utara, atau lintang tempat di Selatan namun nilainya lebih kecil dari Lintang Makkah. Dan menghadap ke Selatan jika Lintang Tempat di Selatan dan lebih besar dari Lintang Makkah.

⁷⁰ Ulugh Beg, *Jiz al-Sultani (Manuskrip)*, diterjemahkan dari bahasa Persia ke Bahasa Arab oleh Qhadi Hasan, 1168 M/1116 H, hlm. 32.

Dan jika Lintang Tempat Selatan dengan nilai yang sama dengan Lintang Makkah ($-21^{\circ}25'$) maka tidak ada ketentuan arah kiblatnya, tapi orang yang salat itu bisa menghadap ke arah manapun yang itu adalah arah Makkah.

- Pada bagian ke tiga (jarak antara ke duanya seperempat 90°). Pada Lintang 0° maka arah kiblatnya sebesar 90° – Lintang Makkah) di hitung dari titik Utara. Dan pada Lintang selain 0° maka menggunakan rumus sebagai berikut. Rumus :

$$\mathbf{\sin a = \sin Lintang Makkah \times \sin Lintang Tempat}$$

$$\mathbf{\sin Aq = \cos LM : \cos a}$$

- Dan pada bagian ke dua (jarak antara keduanya kurang dari seperempat ($< 90^{\circ}$) dan ke empat (jarak antara keduanya lebih dari seperempat ($> 90^{\circ}$) atau kurang dari setengah (180°)). Maka,

Rumus :

$$\mathbf{\cos a = \sin LM \times \sin LT + \cos LM \times \cos LT \times \cos SBMD}$$

$$\mathbf{\cos b = \sin SBMD \times \cos Lintang Makkah}$$

$$\mathbf{\sin Aq = \cos a : \sin b}$$

Keterangan : arahnya dari titik Utara ketika Lintang Tempatnya Selatan pada bagian ke dua, atau *al-mahfud*⁷¹ *ats-sallits* maka ($+90^{\circ}$). Dan pada bagian ke empat Lintang Utara atau *al-mahfud* *ats-tsallits* maka ($+90^{\circ}$).

⁷¹ *Al-mahfud* adalah berkaitan dengan selisih bujur.

Dan arahnya di hitung daru titik Selatan ketika Lintang Utara pada bagian ke dua dan *al-mahfud ats-tsallits* maka (-90⁰).

Di setiap tempat yang *al-mahfud ats-tsallits* nya kurang dari 90⁰, maka kemiringannya 90⁰.

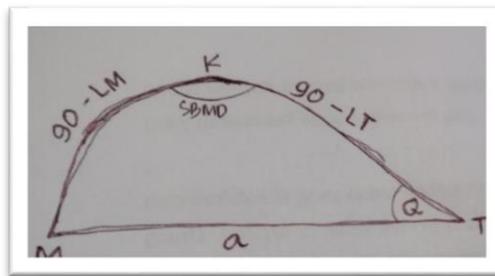
Terkait arah Barat dan Timurnya, jika Bujur Tempat lebih dari Bujur Makkah dan lebihnya tidak lebih dari 180⁰ maka kemiringannya mengarah ke Barat. Dan ketika Bujur Tempat lebih sedikit dengan Bujur Makkah atau Bujur Tempat lebih dari Bujur Makkah dengan kelebihan 180⁰, maka kemiringannya mengarah ke Timur⁷².

⁷² Ulugh Beg, *Jiz al-Sultani (Manuskrip)*, diterjemahkan dari bahasa Persia ke Bahasa Arab oleh Qhadi Hasan, 1168 M/1116 H, hlm. 33.

BAB IV
ANALISIS PEMIKIRAN ULUGH BEG TENTANG ALGORITMA
HISAB ARAH KIBLAT DALAM KITAB *ZIJ AL-SULTANI*

A. Analisis Metode Trigonometri Bola Ulugh Beg tentang Hisab Arah Kiblat dalam Kitab *Zij al-Sultani*

Penulis sudah menganalisis algoritma yang digunakan Ulugh Beg dalam perhitungan arah kiblat, ternyata Ulugh Beg berpedoman pada rumus dasar persamaan Sinus dan Cosinus. Untuk lebih jelaskan penulis memberikan contoh gambar dibawah ini :



Gambar 0.1 : Ilustrasi trigonometri bola¹

Keterangan : M = Makkah

K = Kutub

T = Tempat

LM = Lintang Makkah

LT = Lintang Tempat

SBMD = Sesisih Bujur Makkah Daerah

Q = Kiblat

a = Sisi a.

¹ Sumber gambar dari Gambar Pribadi penulis.

dari gambar di atas jelas terlihat gambar segitiga yang mana sudah di masukkan keterangannya, K = Kutub yang mana disebut sebagai Sudut A, karena berhadapan dengan sisi a, M = Makkah yang mana disebut sebagai Sudut B, karena berhadapan dengan $90 - LT$ yang bisa disebut dengan sisi b, dan T = Tempat yang mana disebut sebagai Sudut C, karena berhadapan dengan $90 - LM$ yang bisa disebut dengan sisi c. Data tersebut dibutuhkan dalam penentuan arah kiblat. Kemudian penulis memasukkan rumus dasar Sinus dan Cosinus, sebagai berikut :

$$\text{Rumus dasar sinus}^2 : \frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C}$$

$$\text{Rumus dasar Cosinus}^3 : \cos a = \cos b \cdot \cos c + \sin b \cdot \sin c \cdot \cos A$$

Dari rumus Cosinus diatas, kemudian penulis masukan dengan data yang sudah ada pada gambar, sehingga diperoleh sebagai berikut :

$$\cos a = \cos b \cdot \cos c + \sin b \cdot \sin c \cdot \cos A$$

$$\cos a = \cos (90^0 - LT) \cdot \cos (90^0 - LM) + \sin (90^0 - LT) \cdot \sin (90^0 - LM) \cdot \cos A$$

$$\frac{\sin Q}{\sin (90 - LM)} = \frac{\sin SBMD}{\sin a}$$

$$\frac{\sin Q}{\cos LM} = \frac{\sin SBMD}{\sin a}$$

$$\sin Q = \frac{\sin SBMD \cdot \cos LM}{\sin a}^5$$

² Muhyiddin Khazin, *Ilmu ...*, hlm. 16.

³ Ibid.

⁴ Rumus I dengan menggunakan persamaan Cosinus.

⁵ Rumus II dengan menggunakan persamaan Sinus.

Penulis mengambil contoh rumus dasar Cosinus supaya sama dengan rumusnya Ulugh Beg yang ada di Bab III sebelumnya.

$$\cos a = \sin LM \cdot \sin LT + \cos LM \cdot \cos LT \cdot \cos SBMD$$

Penulis mengambil contoh rumus yang SBMD nya 90° .

$$\text{Jika } SBMD = 90^\circ, \text{ maka } \sin SBMD = 1, \cos SBMD = 0^\circ$$

$$\cos a = \sin LM \cdot \sin LT + \cos LM \cdot \cos LT \cdot \cos SBMD$$

$$\cos a = \sin LM \cdot \sin LT + \cos LM \cdot \cos LT \cdot 0^\circ$$

$$\cos a = \sin LM \cdot \sin LT$$

$$\sin Q = \frac{\sin 90 \cdot \cos LM}{\sin a}$$

$$\sin Q = \frac{1 \cdot \cos LM}{\sin a}$$

$$\sin Q = \frac{\cos LM}{\sin a}$$

Untuk menghitung SMD $0^\circ - 90^\circ$ dan $90^\circ - 180^\circ$, bisa menggunakan rumus arah kiblat dengan persamaan dasar trigonometri bola sebagai berikut:

$$\cos A = \sin LM \cdot \sin LT + \cos LM \cdot \cos LT \cdot \cos SBMD$$

$$\sin Q = \frac{\sin SBMD \cdot \cos LM}{\sin a}$$

Ulugh Beg memecah dua rumus diatas menjadi tiga rumus, untuk mempermudah penggunaan rumus tersebut, yaitu sebagai berikut :

$$\sin Q = \frac{\sin SBMD \cdot \cos LM}{\sin a}$$

$$\cos MA^6 = \sin SBMD \cdot \cos LM \text{ (Al-Mahfud al-Awwal)}$$

⁶ Cos MA bisa di ganti dengan Sin MA

Al-Masafah Baina Thulain :

$$\text{Cos MBT} = \text{Sin LM} \cdot \text{Sin LT} + \text{Cos LM} \cdot \text{Cos LT} \cdot \text{Cos SBMD}$$

Kiblat :

$$\text{Sin Q} = \frac{\text{Cos MA}}{\text{Sin MBT}}^7$$

Jadi algoritma yang digunakan Ulugh Beg dalam penentuan arah kiblat tersebut menggunakan landasan rumus trigonometri bola yang berdasarkan pada persamaan Sinus dan Cosinus, yang mana apabila diruntutkan satu persatu dari rumus tersebut maka menghasilkan nilai yang sama, akan tetapi Ulugh Beg menyederhakan rumus yang awalnya ada dua rumus menjadi tiga rumus untuk mempermudah perhitungan dengan menggunakan alat pada masa itu.

B. Penerapan Trigonometri Bola Ulugh Beg tentang Hisab Arah Kiblat dalam Kitab *Zij al-Sultani*

Ulugh Beg mempunyai Trigonometri bola tersendiri dalam penentuan arah kiblat yang mana antara Bujur Tempat dan Bujur Makkah setidaknya ada lima keadaan, yaitu sebagai berikut :

1. Antara Bujur Tempat dan Bujur Makkah nilainya sama.
2. Antara Bujur Tempat dan Bujur Makkah itu berjarak kurang dari seperempat (90°).

⁷ Jika sebelumnya menggunakan Cos Makkah yang digunakan Cos MA, dan Jika Sebelumnya menggunakan Sin MA, maka yang digunakan Sin MA.

3. Jarak antara Bujur Tempat dan Bujur Makkah seperempat (90°).
4. Jarak antara Bujur Tempat dan Bujur Makkah lebih dari seperempat (90°) atau kurang dari setengah (180°).
5. Atau jarak Bujur Tempat dan Bujur Makkah adalah setengah (180°)⁸.

Dari lima keadaan diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Yang pertama (Antara Bujur Tempat dan Bujur Makkah nilainya sama) maka arah kiblatnya menghadap ke Utara jika Lintang Tempatnya Selatan. Atau Lintangnya Utara namun lebih kecil dari Lintang Makkah. Kalau lintang tempatnya Utara dan lebih besar dari lintang Kakbah maka arah kiblatnya menghadap ke selatan.

Daerah atau kota-kota yang mempunyai nilai SBMD nya 0° dan kemudian arah kiblatnya menghadap ke Utara dan juga bisa menghadap ke Selatan.

- Keadaan yang ke dua, (Jarak antara Bujur Tempat dan Bujur Makkah) itu kurang dari seperempat (90°). Yang mana dalam hal ini banyak sekali daerah atau tempat yang mempunyai nilai SBMD nya kurang dari 90° . Penulis mengambil penerapan di daerah Semarang yang mana Lintang Tempatnya berada di $-7^\circ 0'$ berada pada Lintang Selatan dan posisi Bujur Tempatnya $110^\circ 24'$ Bujur Timur. Sebelum masuk ke rumus alangkah lebih baik mengetahui SBMD nya terlebih dahulu, dengan Rumus :

$$\text{SBMD} = \text{Bujur Tempat} - \text{Bujur Makkah},$$

$$= 110^\circ 24' - 39^\circ 49' 34.56''$$

⁸ Ulugh Beg, *Jiz al-Sultani (Manuskrip)*, diterjemahkan dari bahasa Persia ke Bahasa Arab oleh Qhadi Hasan, 1168 M/1116 H, hlm. 32.

$$= 70^{\circ} 34' 25.44''$$

Setelah diketahui SBMD nya maka langkah selanjutnya menghitung arah kiblatnya dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\cos a &= \sin LM \times \sin LT + \cos LM \times \cos LT \times \cos SBMD \\ &= \sin 21^{\circ} 25' 25.17'' \times \sin -7^{\circ} 0' + \cos 21^{\circ} 25' 25.17'' \times \cos \\ &\quad -7^{\circ} 0' \times \cos 70^{\circ} 34' 25.44''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\cos b &= \sin SBMD \times \cos \text{Lintang Makkah} \\ &= \sin 70^{\circ} 34' 25.44'' \times \cos 21^{\circ} 25' 25.17'' \\ &= 28^{\circ} 36' 31.91'' \\ &= 74^{\circ} 45' 51.35''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sin Aq &= \cos a : \sin b \\ &= \cos 28^{\circ} 36' 31.91'' : \sin 74^{\circ} 45' 51.35'' \\ &= 65^{\circ} 29' 24.05''\end{aligned}$$

Berdasarkan pada ketentuan Ulugh Beg yang dibahas pada bab III bahwa bilamana SBMD kurang dari 90° , apabila bujurnya bujur timur yang lebih besar dari bujur kakah maka arahnya bisa U-B bisa S-B, Kalau Bujur Timur dan lebih kecil dari Bujur Makkah dan Bujur barat yang lebih kecil dari dari bujur titik balik Makkah maka arahnya bisa U-T bisa S-T. Sehingga arah kiblat kota Semarang adalah **$65^{\circ} 29' 24.05''$ (U-B).**

- Pada keadaan yang ke tiga, jika jarak antara Bujur Tempat dan Bujur Makkah seperempat (90°). Bukan hanya untuk Bujur Barat saja, tapi juga untuk Bujur Timur. Apabila Bujur tempatnya berada di Bujur Timur maka

bujur tempat yang SBMD nya 90° menggunakan rumus ini : **BT = 90° + Bujur Makkah**. Sehingga nilai Bujur Timurnya adalah **$129^\circ 49' 34.56''$** .

Sedangkan untuk Bujur Barat Tempat yang SBMD nya 90° maka menggunakan rumus ini : **BB = 90° – Bujur Makkah**. Sehingga nilai Bujur Baratnya adalah **$50^\circ 10' 25.44''$** .

Tempat yang SBMD nya 90° dan berada Pada Lintang Tempat 0° , maka arah kiblatnya sebesar tamam ($90^\circ - LM$) dihitung dari titik Utara.

Kemudian tempat yang SBMD nya 90° dan berada pada Lintang Tempat selain 0° . Penulis mengambil contoh di Pulau Seram Maluku, dengan **Lintang Tempat : $-3^\circ 8'$** dan **Bujur Tempat : $129^\circ 49' 34.56''$** . maka dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\sin a &= \sin LM \times \sin LT \\ &= \sin 21^\circ 25' 25.17'' \times \sin -3^\circ 8' \\ &= -1^\circ 8' 38.37'\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sin Aq &= \cos LM : \cos a \\ &= \cos 21^\circ 25' 25.17'' : \cos -1^\circ 8' 38.37' \\ &= 68^\circ 36' 19.7''.\end{aligned}$$

Berdasarkan pada ketentuan Ulugh Beg yang dibahas pada bab III bahwa ketika SBMD nya 90° , karena nilai arah kiblatnya positif maka arahnya ke Utara, dan karena Bujur Tempatnya berada di Bujur Timur dan lebih besar dari Bujur Makkah, maka lebih condong ke Barat. Sehingga arah kiblat Pulau Seram adalah **$68^\circ 36' 19.7''$ (U-B)**.

- Pada keadaan yang ke empat ketika jarak antara Bujur Tempat dan Bujur Makkah atau biasa disebut dengan SBMD nya lebih dari seperempat (90°) atau kurang dari setengah (180°). Penulis mengambil contoh di daerah Manokwari, dengan **Lintang Tempat : $-1^\circ 0'$** dan **Bujur Tempat : $134^\circ 05'$** . Sebelum masuk kerumus alangkah lebih baik mengetahui SBMD nya terlebih dahulu, dengan Rumus :

$$\begin{aligned} \text{SBMD} &= \text{Bujur Tempat} - \text{Bujur Makkah}, \\ &= 134^\circ 05' - 39^\circ 49' 34.56'' \\ &= 94^\circ 15' 25.44'' \end{aligned}$$

Setelah diketahui SBMD nya maka langkah selanjutnya menghitung arah kiblatnya dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Cos } a &= \text{Sin LM} \times \text{Sin LT} + \text{Cos LM} \times \text{Cos LT} \times \text{Cos SBMD} \\ &= \text{Sin } 21^\circ 25' 25.17'' \times \text{Sin } -1^\circ 0' + \text{Cos } 21^\circ 25' 25.17'' \times \text{Cos } - \\ &\quad 1^\circ 0' \times \text{Cos } 94^\circ 15' 25.44'' = 94^\circ 19' 40.92'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cos } b &= \text{Sin SBMD} \times \text{Cos Lintang Makkah} \\ &= \text{Sin } 94^\circ 15' 25.44'' \times \text{Cos } 21^\circ 25' 25.17'' = 21^\circ 49' 22.76'' \end{aligned}$$

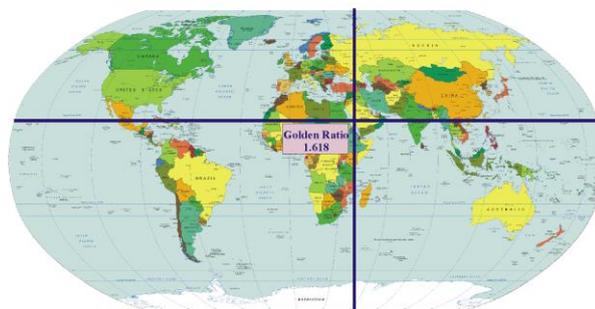
$$\begin{aligned} \text{Sin } Aq &= \text{Cos } b : \text{Sin } a \\ &= \text{Cos } 21^\circ 49' 22.76'' : \text{Sin } 94^\circ 19' 40.92'' = 68^\circ 35' 23.72'' \end{aligned}$$

Berdasarkan pada ketentuan Ulugh Beg yang dibahas pada bab III bahwa ketika SBMD nya lebih dari seperempat (90°) atau kurang dari setengah (180°). Karena nilai arah kiblatnya positif maka arahnya ke Utara, dan karena Bujur Tempatnya berada di Bujur Timur dan lebih besar dari

Bujur Makkah, maka lebih condong ke Barat. Sehingga arah kiblat Pulau Seram adalah **68° 35' 23.72" (U-B)**.

- Pada keadaan ke lima, ketika jarak antara Bujur Tempat dan Bujur Makkah atau biasa disebut dengan SBMD nya adalah setengah (180°), maka ada beberapa kemungkinan arah kiblatnya :
 - Arah kiblatnya mengarah ke Utara jika Lintang Tempatnya Utara, atau jika Lintang Tempat di Selatan namun nilainya lebih kecil dari Lintang Makkah.
 - Dan menghadap ke Selatan jika Lintang Tempat di Selatan dan lebih besar dari Lintang Makkah.
 - Dan jika Lintang Tempat Selatan dengan nilai yang sama dengan Lintang Makkah ($-21^\circ 25' 25.17''$), maka tidak ada ketentuan arah kiblatnya, tapi orang yang salat itu bisa menghadap ke arah manapun yang itu adalah arah Makkah (Arah Kiblatnya).

Logika yang di bangun oleh Ulugh Beg bisa kita sederhanakan dan dapat di sederhanakan dengan gambar dibawah ini :



Gambar 0.2: Kakbah sebagai titik pusat Bumi⁹

⁹ Gambar di ambil dari <https://geometryarchitecture>, di akses pada hari Sabtu taggal 21 September 2019, pukul: 11: 19.

Dari gambar di atas dapat dipahami bahwa, apabila :

- Lintang Tempat yang berada di bawah Kakbah, baik Lintang Timur maupun Lintang Barat, maka Arah Kiblatnya menghadap ke Utara.
- Lintang Tempat yang berada di atas Kakbah, baik Lintang Timur maupun Lintang Barat, maka Arah Kiblatnya menghadap ke Selatan.

Atau dengan keterangan lain :

- Apabila Lintang Tempat berada di sebelah Selatan Kakbah, dan Bujur Tempatnya di Timur, maka Arah Kiblatnya adalah Barat Laut.
- Apabila Lintang Tempat berada di sebelah Selatan Kakbah, dan Bujur Tempatnya di Barat, maka Arah Kiblatnya adalah Timur Laut.
- Apabila Lintang Tempat berada di sebelah Utara Kakbah, dan Bujur Tempatnya di Barat, maka Arah Kiblatnya adalah Tenggara.
- Apabila Lintang Tempat berada di sebelah Utara Kakbah, dan Bujur Tempatnya di Timur, maka Arah Kiblatnya adalah Barat Daya.¹⁰

Setelah mengetahui beberapa keadaan diatas, untuk mengkonfirmasi hasil perhitungan Trigonometri Segitiga bola Ulugh Beg dengan rumus yang biasanya digunakan pada kitab-kitab falak. Penulis menggunakan Program Excel guna untuk menghitung rumus yang menggunakan SMBD 90° , karena apabila menggunakan kalkulator saintifik biasanya $\tan 90^\circ$ itu hasilnya tidak terhingga (\sim) akan tetapi apabila menggunakan program Excel $\tan 90^\circ$ itu bisa terhitung tapi tidak dengan model biasanya melainkan

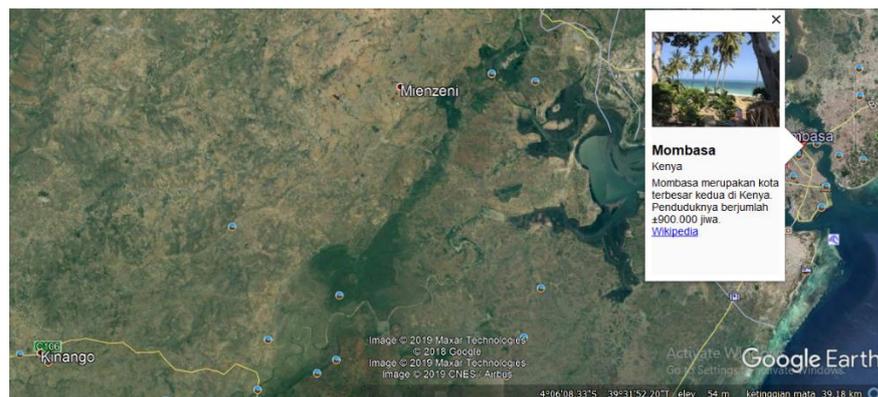
¹⁰ Kholil Ahmad Abdul Lathif, *Mausu'ah al-Aflalu wal-Auqot*, cet. III, Bairut : Books-Publisher, 2010, hlm. 149.

dengan model Eksponen. nilai 16 digit angka yaitu : 1,63245522776191E+16, tanpa menggunakan koma karena bukan nilai desimal dan ditambah dua buah nomor angka 0 (00), sehingga menjadi 16324552277619100.

Dari hasil tersebut penulis membuat perhitungan dengan menggunakan rumus arah kiblat yang biasanya digunakan kemudian dicocokkan dengan lima keadaan sama seperti Uluh Beg, akan tetapi perhitungannya menggunakan program Excel sebagai berikut :

- Keadaan pertama :

Pada keadaan pertama ini yang mana Bujur Tempat dan Bujur Makkah nilainya sama, yaitu SBMD nya 0° . Arahnya bisa menghadap ke Utara jika Lintang Tempatnya Selatan, atau Lintangnya Utara namun lebih kecil dari Lintang Makkah. Penulis mengambil contoh sebagai berikut :



Gambar 0.3 : Kordinat kota Mombosa, Kenya.¹¹

¹¹ Mombosa merupakan kota terbesar ke dua di Kenya, penduduknya sekitar 900.000 jiwa. Gambar diambil dari Google Earth Pro for PC.

dari gambar diatas menunjukkan nilai SBMD 0° , lebih tepatnya $0^\circ 17' 42,26''$. Karena Bujur Tempat kota Mombosa itu sama dengan Bujur Tempat Ka'bah dan Lintang tempatnya berada di Selatan, sehingga arah kiblatnya di sekitar kota Mombosa tersebut menghadap Ke Utara. Dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Cotan } Q &= \tan LM \times \cos LT : \sin SBMD - \sin LT : \tan SBMD \\ &= \tan 21^\circ 25' 25,17'' \times \cos -4^\circ 6' 8,33'' : \sin 0^\circ - \sin -4^\circ 6' \\ &\quad 8,33'' : \tan 0^\circ = 0^\circ 38' 14,67'' \text{ UB.} \end{aligned}$$

Inilah hasil arah kiblatnya yang dihitung dengan menggunakan program *Microsoft Excel*.

- Keadaan ke dua :

Pada keadaan kedua ini, (Jarak antara Bujur Tempat dan Bujur Makkah) itu kurang dari seperempat (90°). Yang mana dalam hal ini banyak sekali daerah atau tempat yang mempunyai nilai SBMD nya kurang dari 90° . Seperti contoh keadaan ke dua diatas, Dengan menggunakan SBMD $70^\circ 34' 25,44''$

Penulis akan menkonfirmasi hasilnya apakah sama dengan rumus Ulugh Beg. Penulis menggunakan rumus yang biasanya dipakai dalam kitab-kitab falak, yaitu sebagai berikut :

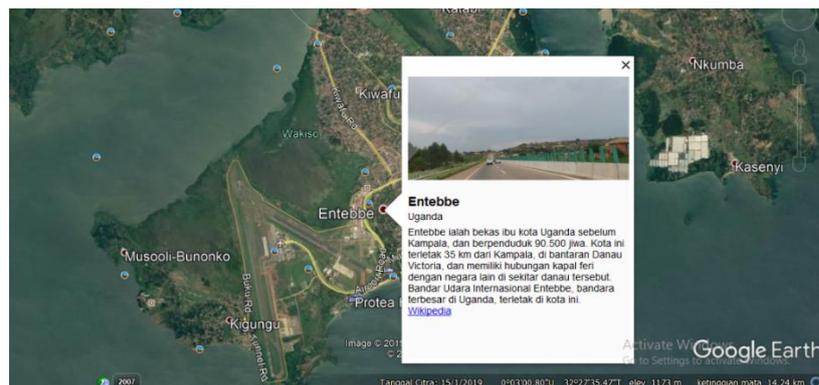
$$\begin{aligned} \text{Cotan } Q &= \tan LM \times \cos LT : \sin SBMD - \sin LT : \tan SBMD \\ &= \tan 21^\circ 25' 25,17'' \times \cos -7^\circ 0' : \sin 70^\circ 34' 25,44'' - \sin \\ &\quad -7^\circ 0' 8 : \tan 0^\circ = 65^\circ 29' 24,05'' \text{ UB.} \end{aligned}$$

Dari hasil yang diperoleh diatas ternyata sama dengan hasil perhitungan dengan rumus Ulugh Beg.

- Keadaan ke tiga :

Pada keadaan yang ke tiga, jika jarak antara Bujur Tempat dan Bujur Makkah seperempat (90°). Bukan hanya untuk Bujur Barat saja, tapi juga untuk Bujur Timur. Apabila Bujur tempatnya berada di Bujur Timur maka bujur tempat yang SBMD nya 90° menggunakan rumus ini : **$BT = 90^\circ + \text{Bujur Makkah}$** . Sehingga nilai Bujur Timurnya adalah **$129^\circ 49' 34.56''$** .

Contoh :



Gambar 0.4 : Koordinat kota Entebbe, Uganda¹²

Dari gambar diatas dapat kita masukkan rumus ini **$BT = 90^\circ + \text{Bujur Makkah} = 90^\circ + 39^\circ 49' 34.56'' = 129^\circ 49' 34.56''$** (U-B)

Seedangkan untuk Bujur Barat Tempat yang SBMD nya 90° maka menggunakan rumus ini : **$BB = 90^\circ - \text{Bujur Makkah}$** . Sehingga nilai Bujur Baratnya adalah **$50^\circ 10' 25.44''$** .

Contoh :

¹² Entebbe adalah bekas Ibu kota Uganda sebelum Kampala dan berpenduduk sekitar 90.500 jiwa. Gambar diambil dari Google Earth Pro for PC.



Gambar 0.5 : Posisi koordinat LT 0° BB¹³.

Dari gambar diatas dapat kita masukan rumus ini : **BB = 90° – Bujur Makkah = 90° - 39° 49' 34.56" = 50° 10' 25.44"**. (U-B)

Kemudian pada Lintang Tempat selain 0°. Penulis mengambil contoh di Pulau Seram Maluku, dengan **Lintang Tempat : -3° 8' 8.81" LS** dan **Bujur Tempat : 129° 30' 41.69" BT**.



Gambar 0.6: Koordinat Pulau Seram¹⁴

maka dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Cotan } Q = \tan LM \times \cos LT : \sin SBMD - \sin LT : \tan SBMD$$

¹³ Pulau ini berada di sekitar 1° dari sebelah Baratnya daerah Kiribati Kepulauan Line, Gambar diambil dari Google Earth Pro for PC.

¹⁴ Pulau ini berada di daerah Maluku, LT : -3° 8' 8.81" LS, dan BT : 129° 30' 41.69" BT. Sumber : Google Earth For PC, di akses pada hari Kamis, 26 September 2019, pukul : 10:20 WIB.

$$= \tan 21^{\circ} 25' 25.17'' \times \cos -3^{\circ} 8' 8.81'' : \sin 90^{\circ} - \sin -3^{\circ} 8' 8.81'' : \tan 90^{\circ} = 68^{\circ} 35' 25,09'' \text{ (U-B).}$$

Inilah hasil arah kiblatnya yang dihitung dengan menggunakan program Excel, dan hasilnya pun sama dengan rumus Ulugh Beg.

- Keadaan ke empat :

Pada keadaan yang ke empat ini, ketika jarak antara Bujur Tempat dan Bujur Makkah atau biasa disebut dengan SBMD-nya lebih dari seperempat (90°) atau kurang dari setengah (180°). Penulis mengambil contoh di daerah Manokwari, dengan **Lintang Tempat : $-1^{\circ} 0'$** dan **Bujur Tempat : $134^{\circ} 05'$** ¹⁵. Sebelum masuk ke rumus alangkah lebih baik mengetahui SBMD nya terlebih dahulu, dengan Rumus :

$$\begin{aligned} \text{SBMD} &= \text{Bujur Tempat} - \text{Bujur Makkah}, \\ &= 134^{\circ} 05' - 39^{\circ} 49' 34.56'' \\ &= 94^{\circ} 15' 25.44'' \end{aligned}$$

Setelah diketahui SBMD-nya maka langkah selanjutnya menghitung arah kiblatnya dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Cotan Q} &= \tan \text{LM} \times \cos \text{LT} : \sin \text{SBMD} - \sin \text{LT} : \tan \text{SBMD} \\ &= \tan 21^{\circ} 25' 25.17'' \times \cos -1^{\circ} 0' : \sin 94^{\circ} 15' 25.44'' - \\ &\quad \sin -1^{\circ} 0' : \tan 94^{\circ} 15' 25.44'' = 68^{\circ} 35' 23,72'' \text{ UB.} \end{aligned}$$

Dari hasil yang diperoleh di atas ternyata sama dengan hasil perhitungan dengan rumus Ulugh Beg.

- Keadaan ke lima :

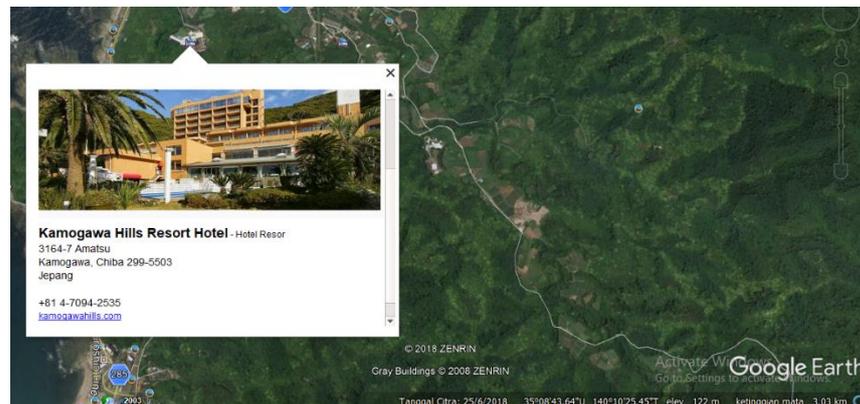
¹⁵ Ahmad Izzuddin, *Ilmu ...*, hlm. 247

Pada keadaan ke lima, ketika jarak antara Bujur Tempat dan Bujur Makkah atau biasa disebut dengan SBMD nya adalah setengah (180°), untuk memperoleh SBMD 180° dibutuhkan data Bujur Tempat yang apabila ditambah Bujur Makkah hasilnya 180° . Jadi dibutuhkan data Bujur Tempat sebesar $140^\circ 10' 25.44''$ berada pada Bujur Timur. untuk mengetahui SBMD 180° dapat menggunakan Rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{SBMD} &= \text{Bujur Tempat} + \text{Bujur Makkah}, \\ &= 140^\circ 10' 25.44'' + 39^\circ 49' 34.56'' \\ &= 180^\circ 0' 0''. \end{aligned}$$

Dari hasil diatas, ada beberapa kemungkinan arah kiblatnya :

- a. Arah kiblatnya mengarah ke Utara jika Lintang Tempatnya Utara, atau jika Lintang Tempat di Selatan namun nilainya lebih kecil dari Lintang Makkah. Contoh :



Gambar 0.7 : koordinat SMD 180° Lintang Utara¹⁶

¹⁶ Daerah disekitar Kamogawa, Jepang dengan LT : $35^\circ 08' 43.64''$ LU, dan BT : $140^\circ 10' 25.45$ BT. Sumber : Google Earth For PC, di akses pada hari Kamis, 26 September 2019, pukul : 11:25 WIB.

Gambar diatas merupakan tempat yang SBMD nya 180° dengan Lintang Tempatnya di Utara. Di cocokan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Cotan Q} &= \tan \text{LM} \times \cos \text{LT} : \sin \text{SBMD} - \sin \text{LT} : \tan \text{SBMD} \\ &= \tan 21^\circ 25' 25.17'' \times \cos 35^\circ 68' 43.64'' : \sin 180^\circ 0' 0'' - \sin 35^\circ 68' 43.64'' : \tan 180^\circ 0' 0'' = 0^\circ 0' 0'' \text{ UB.} \end{aligned}$$

- b. Arah kiblat menghadap ke Selatan jika Lintang Tempat di Selatan dan lebih besar dari Lintang Makkah.

Contoh :



Gambar 0.8 : koordinat SMBD 180° Lintang Selatan¹⁷

- c. Jika Lintang Tempat Selatan dengan nilai yang sama dengan Lintang Makkah ($-21^\circ 25' 25.17''$), maka tidak ada ketentuan arah kiblatnya, tapi orang yang salat itu bisa menghadap ke arah manapun yang itu adalah arah Makkah (Arah Kiblatnya).

¹⁷ Daerah disekitar Moomba Airport, GidgeAlpa, Australia, dengan LT : $27^\circ 35' 17.62''$ LS, dan BT : $140^\circ 10' 25.88$ BT. Sumber : Google Earth For PC, di akses pada hari Kamis, 26 September 2019, pukul : 11:25 WIB.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari permasalahan yang diteliti, yaitu sebagai berikut :

1. Pemikiran Ulugh Beg tentang hisab arah kiblat dalam kitab *Zij al-Sultani* berdasarkan pada Algoritma yang menggunakan trigonometri bola dalam metode perhitungannya, dengan rumus dasar persamaan Sinus dan Cosinus, dalam penentuan arah kiblat Ulugh Beg memiliki lima keadaan tergantung pada Lintang dan Bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya, yaitu : Antara Bujur Tempat dan Bujur Makkah itu sama, yaitu nilai SBMD-nya 0° , antara keduanya (Bujur Tempat dan Bujur Makkah) itu berjarak kurang dari seperempat, yaitu nilai SBMD-nya kurang dari 90° , jarak antara keduanya seperempat, yaitu nilai SBMD-nya 90° , Jarak antara keduanya lebih dari seperempat, yaitu nilai SBMD-nya antara 90° sampai dengan kurang dari 180° , dan yang terakhir, jarak antara keduanya itu setengah, yaitu SBMD-nya 180° .

2. Penerapan Trigonometri bola Ulugh Beg di daerah yang memiliki nilai SBMD 90° , apabila menggunakan rumus arah kiblat yang terdapat dalam kitab-kitab Falak yaitu rumus : $\text{Cotan } Q = \text{Tan } LM \times \text{Cos } LT : \text{Sin } SBMD - \text{Sin } LT : \text{Tan } SBMD$, jika dihitung dengan menggunakan kalkulator manual itu tidak diperoleh nilainya, namun apabila dihitung dengan Program *Microsoft Excel* itu memperoleh hasil, tapi hasil yang diperoleh tidak tepat dengan jarak yang sebenarnya. Sehingga rumus arah kiblat yang beredar dibuku-buku falak sekarang ini tidak dapat digunakan untuk mencari arah kiblat yang nilai SBMD nya 90° , tapi apabila digunakan selain SBMD 90° masih bisa digunakan rumus yang lama. Akan tetapi, Ulugh Beg menemukan cara penyelesaian masalah tersebut, yaitu apabila SBMD nya 90° dan berada pada Lintang 0° maka arah kiblatnya sebesar $(90^\circ - \text{Lintang Makkah})$, dihitung dari titik Utara. Dan pada Lintang selain 0° maka menggunakan rumus sebagai berikut : $\text{Sin } a = \text{Sin } LM \times \text{Sin } LT$. Kemudian mencari arah kiblatnya dengan rumus : $\text{Sin } Aq = \text{Cos } LM : \text{Cos } a$. contohnya di Pulau Seram Maluku, yang Lintangnya $-3^\circ 8'$ dan Bujur Tempatnya $129^\circ 49' 34.56''$. Dengan rumus diatas dihasilkan arah kiblat sebesar $68^\circ 36' 19.7''$ (U-B). Trigonometri bola Ulugh Beg memang sedikit rumit dan panjang dalam perhitungannya karena ia mempunyai rumus-rumus yang berbeda dimana disesuaikan dengan beberapa keadaan. Akan tetapi Ulugh Beg bisa menyelesaikan masalah khusus terkait dimana ketika SBMD suatu daerah 90° , disinilah kelebihan dari algoritma hisab arah kiblat Ulugh Beg dalam kitab *Zij al-Sultani*.

B. Saran-saran

1. Pemikiran Ulugh Beg dalam Kitab *Zij al-Sultani* tentang hisab arah kiblat bisa menjadi rujukan dalam penentuan arah kiblat yang apabila SMBD nya 90° pada suatau daerah yang ingin di ukur arah kiblatnya, karena rumus yang digunakan berbeda dengan rumus yang terdapat pada kitab-kitab sekarang.
2. Penulis berharap supaya akan ada kajian-kajian lain terkait pemikiran para astronom atau ulama terdahulu dalam permasalahan ilmu falak khususnya terkait arah kiblat, agar pemikiran mereka tidak punah.
3. Peneliti berharap supaya penelitian ini dapat berguna bagi Mahasiswa yang akan melakukan penelitian serupa atau melakukan penelitian lanjutan atas topik yang sama. Penulis berharap agar topik ini dan pembahasan yang telah dipaparkan dapat menimbulkan rasa keingintahuan untuk mengadakan penelitian selanjutnya.

C. Penutup

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah swt. Yang telah memberikan nikmat sehat dan nikmat akal yang karenanya, skripsi ini dapat terselesaikan. Penulis sangat menyadari bahwa skripsi ini masih mengandung banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun.

Harapan penulis, hasil dari penelitian ini dapat memberikan sumbangsih sekecil apapun baik kepada masyarakat, pegiat ilmu falak, dan khazanah ilmu falak sendiri. Akhir kata, semoga Allah swt. senantiasa memberikan hidayah, taufik dan inayah-Nya kepada kita semua. Aam

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah Muhammad bin Idris Asy Syafi'i, Abi, t.t, *Al Um*.
- Agama RI, Departemen, 2005, *Al-Qur'an dan Terjemahanny Al-Jumanatul 'Ali (Seuntai Mutiara yang Maha Luhur)*, Bandung: J-ART.
- Agama RI, Departemen, 1993, *Ensiklopedi Islam*, Jakarta: CV. Anda Utama.
- Ahmad Abdul Lathif, Kholil, 2010, *Mausu'ah al-Aflalu wal-Auqot*, cet. III, Bairut : Books-Publisher.
- Ahmad, Zainuddin, t.t, *Muhtashar Shahih Buhkori*, Beirut: Daarul Kutubil 'Ilmiyyah.
- Ali As Shabuni, Muhammad, 1983, *Tafsir Ayat Ahkam As Shabuni*, Surabaya: Bina Ilmu.
- Amirin, Tatang, 1995, *Menyusun Rencana Penelitian*, Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Arifin, Syamsul, t.t, *Ilmu Falak*, Ponorogo: Lembaga Penerbitan dan Pengembangan Ilmiah STAIN Ponorogo.
- Arkanuddin, Motuha, t.t, *Teknik Penentuan Arah Kiblat: Teori Dan Aplikasi*, Yogyakarta: LP2IF Rukyat Hilal Indonesia (RHI).
- At-Thabari, Muhammad, t.t, *Ahkam Al-Qur'an*, Beirut: Daar al Kutub al-'Ilmiyyah.
- Azhari, Susiknan, 2008, *Ensiklopedi Hisab Rukyah*, Cet II, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar).
- Azhari, Susiknan, 2005, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta : Pustaka Pelajar.
- Azwar, Syaifuddin, 2011, *Metode Penelitian*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, cet. XII.
- Azwar, Saifudin, 2004, *Metode Penelitian*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, Cet.5).

- Basrowi dan Suwandi, 2008 *Memahami Penelitian Kualitatif*, Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Bearman, P.J, and T.H. Bianquis, dkk, 2000, *The Encyclopaedia of Islam New Edition*, Vol. X T-U, Leiden: Brill.
- Beg, Ulugh, 1168 M/1116 H, *Jiz al-Sultani (Manuskrip)*, diterjemahkan dari bahasa Persia ke Bahasa Arab oleh Qhadi Hasan.
- Beg, Ulugh, Translated by: John Greaves, Chorasimiae, Oxford University Press, London 1655 pp. 67-268.
- Beg's, Ulugh, 1917, *Cataloge of Stars*, Edward Ball Knobel, The Carnegie Institution of Washington, Washington.
- Bin Muhammad Awwad Al Jaziry, Abdurrahman, 1699, *Kitabul Fiqh 'Ala Madzahibil Arba'ah*, Beirut: Dar Ihya' At Turats Al Araby.
- Budiwati, Anisa, 2010, "*Sistem Hisab Arah Kiblat Dr. Ing. Khafid dalam program Mawaqit*", Skripsi S1 Fakultas Syari'ah, Semarang : IAIN Walisongo.
- Constantinia, Ahdina, "Posisi Al-mathla' Al-sa'id Fii Hisabat Al-Kawakib 'Ala Rashd Al-jadid dalam Pusaran Ilmu Falak Nusaantara, *Ulul Albab: Jurnal Sstudi dan Penelitian Hukum Islam*, Vol.2, No.2, April 2019, 43-57.
- E.S., Kennedy, 1961, Al-Kāshī's Treatise on Astronomical Observational Instruments. *Journal of Near Eastern Studies*, 20 (2), pp. 98-108.
- _____, 1956, *A Survey of Islamic Astronomical Tables*, Transactions of the American Philosophical Society, 46(2), pp. 3-4, 44-45.
- _____, 1960, A Letter of Jamshid al-Kāshī to His Father: Scientific Research and Personalities at a Fifteenth Century Court. *Orientalia*. 29 (2) pp. 191-213.
- Al-Husaini Muslim, Abi, and Imam, t.t, *Shahih Muslim*, Juz. II, Beirut : Daarul Kutubil 'Ilmiyyah.

Hafid, 'Penentuan Arah Kiblat', 2007, makalah disampaikan pada pelatihan penentuan arah kiblat Jakarta.

Halim Hasan, Abdul, t.t, *Tafsir Al-Ahkam*, Jakarta: Kencana Prenada Media Group.

Hambali, Slamet, 2011, *Ilmu Falak I (Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia)*, Semarang: Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo Semarang.

_____, 2010, *Metode Pengukuran Arah Kiblat dengan Segitiga Siku-Siku dari Bayangan Matahari Setiap Saat*, Tesis Program Magister Pascasarjana IAIN Walisongo, Semarang.

_____, 2012, *Pengantar Ilmu Falak (Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta)*, Banyuwangi : Bismillah Publisher.

_____, 2013, *Ilmu Falak (Arah Kiblat Setiap Saat)*, Yogyakarta: Pustaka Ilmu.

Hasan, Iqbal, 2002, *Pokok-pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*, Bogor: Ghalia Indonesia.

Izzuddin, Ahmad, 2002, *Hisab Praktis Arah Kiblat dalam Materi Pelatihan Hisab Rukyah Tingkat Dasar Jawa Tengah Pimpinan Wilayah Lajnah Falakiyah NU Jawa Tengah*, Semarang.

_____, 2012, *Ilmu Falak Praktis Metode Hisab-Rukyah Praktis dan Solusi Permasalahannya*, Semarang: Pustaka Rizki Putra.

Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, Direktorat, 2010, *Almanak Hisab Rukyah*, Cet. III, Jakarta: Kemenag RI.

Khazin, Muhyiddin, 2005, *Kamus Ilmu Falak*, Cet. I, Yogyakarta: Buana Pustaka.

_____, 2011, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka.

Khudhori, Ismail, 2005, *Studi tentang Pengecekan Arah Kiblat Masjid Agung Surakarta*, Skripsi Sarjana Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang.

Kockey, Thomas (ed), 2007, *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*, New York : Springer Science+Business Media, LLC.

Kuswidi, Iwan, 2003, *Aplikasi Trigonometri dalam penentuan Arah Kiblat*, Skripsi S.1 Fakultas Syari'ah, Yogyakarta : UIN Sunan Kalijaga.

L.P.E.A., Sédillot, *Prolégomènes des tables astronomiques d'OlougBeg: Traduction et commentaire* (Paris: Firmin Didot Frères, 1853), pp. 87 & 253.

Ma'rufin Sudibyo, Muh., 2011, *Sang Nabi Pun Berputar (Arah Kiblat dan Tata Cara Pengukurannya)*, Solo: Tinta Medina.

Maskufa, *Ilmu Falaq*, 2009, Cet. I, Surabaya: Gaung persada Pres.

Muhammad Hasbi Ash Shiddieqy, Teungku, 2003, *Mutiara Hadis 3 Salat*, Semarang : PT. Pustaka Rizki Putra.

Mustafa Al-Maraghi, Ahmad, 1993, *Terjemah Tafsir Al-Maraghi*, Juz II, Penerjemah: Anshori Umar Sitanggal, Semarang: CV. Toha Putra.

Nafis, Aini, 2012, *Studi Analisis Konsep Menghadap Kiblat menurut KH. Ahmad Rifa'i dalam Kitab Absyar*, Skripsi, Semarang: IAIN Walisongo Semarang.

Nasib Ar-Rifa'i, Muhammad, 1999, *Ringkasan Tafsir Ibnu Katsir*, diterjemahkan oleh Syihabuddin dari "*Taisiru Al-Aliyyul Qodir Li Ikhtishari Tafsir Ibnu Katsir*", Jakarta: Gema Insani Pers.

Nur Fuad, Ahmad, (ed), 2017, *Tradisi Intelektual Muslim Uzbekistan*, Surabaya : UIN Sunan Ampel Press.

Oz, M. (2017). “1455 Tahriri ve İstanbul’un İskân Tarihi Bakımından Önemi”, Osmanlı İstanbulu, İstanbul: 29 Mayıs Üniv. Yay. pp. 107-125.

Porter, John, “Longitude 129 degrees east, and why it is not the longest, straight line in the world”, 32nd Australian Surveyors Congress Technical Paper31 March - 6 April 1990. Canberra: The Institution: Eyepiece - Official Organ of The Institution of Surveyors, Australia, W.A. Division.

Salimi, Muchtar, 1997, *Ilmu Falak* , Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Shaleh, Qamaruddin, 1985, *Asbabun nuzul (Latar Belakang Historis Turunya Ayat-ayat al-Qur’an*, Cet. VII, Bandung: CV. Diponegoro.

Sugiyono, 2008, *Metode Penelitian Kualitatif, Kualitatif dan R & D*, Bandung: Alfabeta.

Th. Houtsma, M., and A. J. Wensinck, dkk., 1987, “Ulugh Beg”, *First Encyclopaedia of Islam 1913-1936*, Vol. VIII, Ta’if – Zurkhana, Leiden: E.J. Brill’s.

Uluğ Beğ, Te’arrîbu, Zîci, (1607 and 1721). National Library and Archives of Egypt.

Warson Munawir, Ahmad, 1997, *Al-Munawir Kamus Arab-Indonesia*, Surabaya: Pustaka Progressif.

Aplikasi Google Earth Pro For PC.

<https://www.britannica.com/biography/Ulugh-Beg>, 7 September 2019.

[https://en.m.wikipedia.org/wiki/sextant_\(astronomical\)](https://en.m.wikipedia.org/wiki/sextant_(astronomical)).10 September 2019

https://en.m.wikipedia.org/wiki/spherical_geometry, 10 September 2019

<https://geometryarchitecture>, 21 September 2019.

<http://www.eramuslim.com/syariah/ilmu-hisab/segitiga-bola-dan-arrah-kiblat.html>,
04 September 2019.

<https://physicstoday.scitation.org/doi/full/10.1063/1.1445552>, 24 Agustus 2019.

<http://rumpunilmu25.blogspot.com/2016/06/segitiga-pada-ilmu-falak.html>,
07 Oktober 2019.

<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images>. 07 Oktober 2019.

<https://bangkusekolah.com/2017/081/perbandingan-trigonometri-pada-segitiga-siku-siku/>, 07 Oktober 2019.

https://en.m.wikipedia.org/wiki/zij-i_sultani, 17 Oktober 2019.

<https://pengertiandefinisi.com/pengertian-algoritma-dalam-dunia-pemrograman-komputer/>, 17 Oktober 2019.

<https://id.wikipedia.org/wiki/Algoritme>, 17 Oktobrt 2019.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Ahmad Raxy

Tempat, Tgl Lahir : Sarolangun, 29 Oktober 1997

Alamat Asal : Jl. Sei. Tembesi Sarolangun, Desa Mandiangin Tuo, RT :
009 RW: 003, Kec. Mandiangin, Kab. Sarolangun – Jambi.

Alamat Sekarang : Masjid Jami' Baiturrahim, Jl. Kapri Raya RT: 05 RW: 10,
Perumahan Pondok Beringin, Kelurahan Tambak Aji, Kec.
Ngaliyan, Kota Semarang.

Handphone : 082331145308

Email : rexyachmad97@gmail.com

Jenjang Pendidikan :

A. Pendidikan Formal

1. SD N 32 / VII Mandiangin Tuo (lulus tahun 2009)
2. SMP Kanjeng Sepuh Jambi (lulus tahun 2012)
3. SMA Assa'adah Bungah, Gresik (lulus tahun 2015)
4. UIN Walisongo Semarang (tahun 2015-2019)

B. Pendidikan Non Formal

1. Pondok Pesantren Kanjeng Sepuh Jambi (tahun 2009 - 2012)
2. Pondok Pesantren Qomaruddin Bungah, Gresik (tahun 2012 - 2015)

3. YPMI Al-Firdaus Ngaliyan Kota Semarang (tahun 2015 - 2016)

C. Pengalaman Organisasi

1. Ketua Ikatan Mahasiswa Jambi (IMJ) UIN Walisongo Semarang (2018-2019)
2. Anggota UKM Musik UIN Walisongo Semarang
3. Anggota Jam'iyatul Qurro' Wal Huffadz (JQH) El-Fasya El-Febi's UIN Walisongo Semarang
4. Anggota UKM Pembinaan Olahraga (BINORA) Fakultas Syariah dan Hukum
5. PMII Rayon Syariah dan Hukum
6. Pengurus Takmir Masjid Jami' Baiturrahim Semarang.

Semarang, 7 Oktober 2019

Ahmad Rxy

1502046006